



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Gefährdungspotential der Halbtrockenrasen im Unteren Traisental (NÖ)

—
Bodenparameter als entscheidende Faktoren
für die Sukzessionsgeschwindigkeit?

verfasst von / submitted by

Roman Portisch BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Naturschutz und Biodiversi-
tätsmanagement – Conservation Biology
and Biodiversity Management

Betreut von / Supervisor:

Ass. Prof. Mag. Dr. Thomas Wrbka

Abstract

Dry grassland habitats are one of the most endangered but also one of the most species-rich biotopes in our cultural landscape. Abandonment, forestation or intensification threaten these types of biotope in a dangerous way and lead to a loss in flora and fauna and often to a total destruction of these habitats. If dry grasslands aren't managed anymore (mowing and/or grazing), they follow the natural succession and in most of all cases this succession ends up in reforestation of these sites. The period of time and also the way of succession can vary over a huge scale at different investigation sites. Due to a big landscape the factors for those differences are diverse and the climate often plays a key role. However, at a tinier scenic rank, the soil plays an important role, as well to find out how strong the influence of soil parameters really is, six unused dry grassland biotopes at "Unteres Traisental" in Lower Austria were investigated. Two geological units (Hollenburg-Karlstettner Konglomerat and Oncophora) were chosen. Each of them represent the raw material of soil development at three investigation sites. Vegetation was recorded with the Londo-Scale and data about soil properties (pH-value, C/N ratio, base of the top-/subsoil...) were collected in field and laboratory.

On the basis of soil parameters it is possible to differentiate between geological units, investigation sites and on a limited scale even between seral stages. Significant differences were recorded between the six dry grassland biotopes. It was possible to differentiate between them on the basis of their soil properties, especially due to sand-, stone- and humus-content, base of the subsoil and C/N-ratio. Within the succession stages a gradient to profounder soils was found in direction to the overgrown stage. Poor developed soils out of Konglomerat showed an extremely unfavourable water regime, consequently this is an important factor which professes the slow succession rate at these dry grassland sites. Soils out of Oncophora can be also very dry in case of a high sand-content which leads to a high water-permeability. However, the soils of Oncophora-sites are better developed and therefore more favourable to the succession rate.

The description and analysis of the soil of (unused) dry grassland sites can produce important information about their threat and with the results of the investigations it is also possible to create management plans for nature conservation issues. Furthermore, a soil assessment should be enable the determination of the optimal point in time for an intervention to switch the course of the succession. So on the one hand this would facilitate conservation planning, but on the other hand it would also enhance the habitat-quality of individual dry grassland biotopes.

Zusammenfassung

Der Biotoptyp Halbtrockenrasen gilt als einer der gefährdetsten und zugleich artenreichsten Lebensräume in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft. Nutzungsaufgabe, Aufforstung oder Intensivierung bedrohen diesen Biotoptyp außerordentlich stark und führen zu einer Verarmung der Lebensgemeinschaft, aber auch zur völligen Zerstörung dieser. Werden Halbtrockenrasen nicht mehr genutzt (Mahd, Beweidung), sind sie der natürlichen Sukzession unterworfen und in den allermeisten Fällen kommt es schließlich zur Wiederbewaldung. Die Zeitspanne und die Art der Sukzession können jedoch auf verschiedenen Standorten sehr unterschiedlich ablaufen. Über einen großen Landschaftsraum betrachtet sind die Faktoren für diese Unterschiede in der Sukzessionsgeschwindigkeit vielfältig und betreffen vor allem das Klima.

Auf einer räumlich kleineren Skala betrachtet, kann unter anderem die Gründigkeit des Bodens, die Bodenart oder etwa die Wasserhaltekapazität über die Geschwindigkeit von Sukzessionsprozessen entscheiden.

Sechs ungenutzte (Halb-)Trockenrasen-Lebensräume im Unteren Traisental in Niederösterreich wurden untersucht, um herauszufinden, wie stark der Einfluss von Bodenparametern tatsächlich ist. Die zwei geologischen Einheiten „Hollenburg-Karlstettener-Konglomerat“ und „Oncophora-Schichten“ bilden auf jeweils drei Halbtrockenrasen-Lokalitäten das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Die Vegetation auf den untersuchten Halbtrockenrasen wurde mithilfe der Londo-Skala aufgenommen, die Daten über Bodeneigenschaften (pH-Wert, C/N-Verhältnis, Gründigkeit der Horizonte,...) wurden sowohl im Feld als auch im Bodenlabor erhoben.

Anhand von Bodenparametern kann zwischen geologischen Einheiten, Lokalitäten und in geringerem Umfang zwischen Sukzessionsstadien unterschieden werden. Beträchtliche Unterschiede konnten zwischen den sechs Halbtrockenrasen festgestellt werden, diese konnten klar untereinander aufgrund ihrer Bodeneigenschaften differenziert werden, vor allem aufgrund des Sand-, Stein- und Humusgehaltes, der Gründigkeit und des C/N-Verhältnisses.

Innerhalb der Sukzessionsstadien zeigte sich Richtung verbuschender Stadien ein Gradient zu tiefgründigeren Böden. Schwach entwickelte Böden aus Konglomerat weisen einen extrem ungünstigen Wasserhaushalt auf, dies ist offenbar ein wichtiger Faktor für die langsame Sukzession der dort auffindbaren Halbtrockenrasen. Böden aus Oncophora-Schichten können aufgrund des hohen Sandgehaltes und somit der Durchlässigkeit für Wasser ebenfalls sehr trocken sein und so die Sukzession ebenso verlangsamen. Dennoch sind die Böden der Oncophora-Trockenrasen tendenziell besser entwickelt und wirken sich daher tendenziell sukzessionsfördernd aus.

Die Beschreibung und Analyse des Bodens eines (ungenutzten) Halbtrockenrasens können somit wichtige Informationen über seine Gefährdungssituation hervorbringen und als Grundlage für die Erstellung von

Managementplänen im Naturschutz dienen. Dahingehend sollten diese Untersuchungen auch in der Lage sein den optimalen Zeitpunkt für eine naturschutzfachlich sinnvolle Sukzessionslenkung zu ermitteln. Dies würde einerseits Planungen erleichtern, aber sicherlich auch die Habitat-Qualität einzelner Trockenrasen-Biotope fördern.

Danksagung

Großer Dank gilt zuallererst natürlich meinem Betreuer Dr. Thomas Wrbka, der sich meinem selbstgewählten Arbeitsthema annahm und mich bei diversen Fragestellungen unterstützte.

Ebenfalls ein großes Dankeschön darf ich an das Team der Bodenökologie am BFW Wien beziehungsweise dem BFW selbst aussprechen, am Institut für Waldökologie und Boden wurde es mir überhaupt erst ermöglicht, die Laboranalysen für meine Bodenproben durchzuführen. Allen voran führte mich Dr. Kerstin Michel mit toller Kompetenz durch alle Bodenanalysen im Labor und gab entscheidende Hilfestellungen bei kritischen Fragen und Beurteilungen der Ergebnisse. Ein besonderer Dank gilt Eugenie Fink, die mich bei allen Analysevorgängen eingeschult und angeleitet hat, mit ihrem Wissen und ihrer Ruhe war sie sicherlich zu einem großen Teil dafür verantwortlich, dass beanstandungslose und genaue Ergebnisse zu Stande gekommen sind.

Des Weiteren möchte ich DI Günther Aust von der Abteilung für Landwirtschaftliche Bodenkartierung und Geoinformation am BFW für seine fachliche Expertise, in Bezug auf die Bodenansprache und im Besonderen auch für die Möglichkeit der Leihgabe von Gerätschaft für die Feldansprache bedanken.

Bei Dr. Thomas Denk möchte ich mich für grundlegenden Literaturwerke zu dieser Arbeit bedanken, von denen er mir jeweils ein Exemplar geschenkt hat.

Herrn Dr. Konrad Fiedler vom Department für „Tropical Ecology and Animal Biodiversity“ an der Universität Wien danke ich für die Expertise bei Fragestellungen bezüglich der statistischen Auswertungen.

Folgenden Leuten möchte ich für das Korrekturlesen (fachlich und sprachlich) meiner Arbeit herzlich danken: Kerstin Michel, Ilse Lehrbaumer und Silke Riedl

Ein spezielles Dankeschön gilt meiner gesamten Familie, die mich nicht nur im Laufe der Masterarbeit, sondern das ganze Studium hindurch immer unterstützt hat und in schwierigen Zeiten immer ein offenes Ohr hatte. Gerade meinen Eltern möchte ich auch für die finanzielle Unterstützung über die gesamte Studienzeit hinweg danken, ohne diese es sicherlich wesentlich schwieriger gewesen wäre.

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORWORT:	7
2	EINLEITUNG	8
2.1	Halbtrockenrasen im randpannonischen Raum Ostösterreichs - Allgemeiner Forschungsbedarf & Forschungsdefizite	8
2.2	Konkrete Forschungsdefizite im regionalen Kontext	10
2.3	Forschungsfragen und Hypothesen	11
3	UNTERSUCHUNGSGEBIET	12
3.1	Natur- und kulturräumliche Grundlagen	12
3.2	Geologie und Boden.....	16
3.3	Beschreibung der 6 Untersuchungsgebiete/Schutzgüter	18
3.3.1	Standorte auf Konglomerat	21
3.3.1.1	Halbtrockenrasen-Böschung bei Getzersdorf (K1).....	21
3.3.1.2	Halbtrockenrasen-Kuppe bei Groß-Rust (K2)	23
3.3.1.3	Trockenrasen-Komplex am Schauerberg (K3).....	25
3.3.2	Standorte auf Oncophora	27
3.3.2.1	Trockenrasen-Komplex am Kogelberg in Oberndorf am Gebirge (O1).....	27
3.3.2.2	Halbtrockenrasen-Rest am Großen Kölbling (O2).....	30
3.3.2.3	Terrasse mit Halbtrockenrasen am Hohen Kölbling (O3)	32
4	KONZEPTE UND METHODIK	34
4.1	Bodenkundliche Konzepte und Begriffe	34
4.2	Vegetationsökologische Konzepte & Begriffe.....	36
4.2.1	Der Biotoptyp Halb-/Trockenrasen aus vegetationsökologischer Sicht	36
4.2.2	Definitionen für den Begriff „Trockenrasen“	37
4.2.3	FFH-Typologie	38
4.3	Arbeitsmethoden	40

4.3.1	Naturschutzfachliche Bewertung (rapid assessment)	40
4.3.2	Sampling Design und Untersuchungsebenen	41
4.4	Erhebung der Bodenparameter	44
4.4.1	Feldbodenkundliche Methodik.....	44
4.4.2	Probenahme für Laboranalytik	45
4.4.3	Laboranalytische Bodenparameter	45
4.4.3.1	Bestimmung der Wasserhaltekapazität des Feinbodens (WHK)	45
4.4.3.2	Bestimmung der Korngrößenverteilung (nach ÖNORM L 1061-2)	46
4.4.3.3	Bestimmung des Carbonatgehalts (nach ÖNORM L 1084)	46
4.4.3.4	Bestimmung des pH-Wertes (nach ÖNORM L 1083)	47
4.4.3.5	Bestimmung des organischen Kohlenstoffs (nach ÖNORM L 1080)	47
4.4.3.6	Bestimmung des Gesamtstickstoffs (nach ÖNORM L 1095)	48
4.4.3.7	Bestimmung des C/N Verhältnisses	48
4.4.3.8	Bestimmung des Humusgehalts (nach ÖNORM L 1080).....	48
4.4.3.9	Anionen-/Phosphatmessung (nach ÖNORM L 1092).....	48
4.5	Vegetationserhebungen	49
4.5.1	Aufnahmeflächen & Begehungen.....	49
4.5.2	Deckungsskala	50
4.6	Datenauswertung und -analyse	51
4.6.1	Transformation der Vegetationsdaten	51
4.6.2	Statistische Methoden.....	52
5	ERGEBNISSE:	54
5.1	Naturschutzfachliches „rapid assessment“	54
5.2	Deskriptive Vegetationsdaten.....	57
5.2.1	Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung.....	60
5.2.2	Unterschiede in der Präsenz und Absenz von Pflanzenarten	62
5.3	Deskriptive bodenkundliche Daten.....	64
5.3.1	Feldbodenkunde.....	64
5.3.2	Laboranalytische Daten	68
5.3.2.1	Übersichtstabelle zu den Testergebnissen aus der Analyse der Bodenparameter	79
5.3.3	PCA - Bodenparameter	80

5.4	Ordinationen: Bodenparameter – Vegetationsdaten	81
5.4.1	Übersichtstabelle zur Interpretation der CCA's	87
6	DISKUSSION	88
7	FAZIT & AUSBLICK	96
7.1	Naturschutzfachlicher Nutzen von Bodenuntersuchungen	97
7.2	Zukunft der Untersuchungsstandorte - Naturschutzstrategische Einschätzung	98
	LITERATURQUELLEN:.....	100
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS:	104
	TABELLENVERZEICHNIS	106
Anhang:		i
	Bodenbeschreibungen – Felderhebungsprotokolle	i
	Vegetationsaufnahmen: Gesamttabelle	xiii

1 Vorwort:

Die Idee zu dieser Arbeit ist aus einem länger andauernden Prozess heraus und durch verschiedene persönliche Interessen entstanden. Die Themenkreise Botanik und Bodenkunde faszinierten mich im Laufe meines Studiums immer mehr und daraus folgte für mich auch der logische Schritt, in meiner „Master-Arbeit“ die beiden Themengebiete miteinander zu verknüpfen. Vegetation und Boden haben eine sehr enge Bindung zueinander und umso faszinierender ist das Wechselspiel eben dieser beiden Lebenskomponenten in unserer Welt. Die Halbtrockenrasen im untersuchten Gebiet haben meinen Blick auf und in die Landschaft mitgeprägt, in der ich aufgewachsen bin. Der größte Teil dieser Biotope ist bedroht und ohne erhaltende Maßnahmen nicht zu bewahren. Dieses Faktum hat mich ebenfalls dazu bewogen, die vorliegende Arbeit zu verfassen und damit einen Beitrag zum besseren Verständnis dieser doch sehr komplexen Lebensräume zu leisten und des Weiteren auch das Management, beziehungsweise die Erhaltung solch wertvoller Flächen zu unterstützen.

Wenn wir die artenreichen Lebensräume der Halb-/Trockenrasen schützen und erhalten wollen, muss gehandelt werden. Schon HOLZNER (1986): 5 merkte an: *„Hauptaufgaben des Naturschutzes sind Aufklärung und Anregung, um möglichst weite Bevölkerungskreise zur Mitarbeit zu bewegen.“*

In diesem Sinne soll auch die vorliegende Arbeit dazu beitragen, die Sicht auf den gefährdeten Lebensraum Halb-/Trockenrasen zu schärfen und das Verständnis über diesen Lebensraum weiter zu vertiefen. Vielleicht bewirkt diese Arbeit aber auch, dass der eine oder andere Halb-/Trockenrasen im Unteren Traisental wieder ins Interesse der Region rückt und durch entsprechende Maßnahmen geschützt und erhalten werden wird.

2 Einleitung

2.1 Halbtrockenrasen im randpannonischen Raum Ostösterreichs - Allgemeiner Forschungsbedarf & Forschungsdefizite

Halb-/Trockenrasen sind wohl eine der faszinierendsten Lebensräume unserer Landschaft, nicht immer ist ihre Komplexität auf den ersten Blick erkennbar. Die Wissenschaft befasst sich schon lange mit ihnen und dennoch sind einige Fragestellungen bis heute ungeklärt. Vor allem für die Vegetationsökologie und die Sukzessionsforschung stellen sie ein hochinteressantes Forschungsobjekt dar, aber gerade auch ihre Gefährdung durch den Landnutzungswandel der letzten Jahrzehnte macht sie zu einem zentralen Thema im Naturschutz. Denn gerade die Halb-/Trockenrasen sind unersetzliche Lebensräume für viele gefährdete, wenn nicht sogar vom Aussterben bedrohte Arten (nach POKORNY & STRUDL in HOLZNER et al., 1986).

Leider sind die Halb-/Trockenrasen nicht nur im Allgemeinen durch Aufforstung, Intensivierung oder Verbauung gefährdet, sondern auch der Zustand der verbliebenen Halb-/Trockenrasen ist naturschutzfachlich oftmals unbefriedigend. Häufig zeigen die Halb-/Trockenrasen-Biotope Unternutzungserscheinungen in Form von Versaumung, Verfilzung oder sogar Verbuschung. Über einen längeren Zeitraum hat dies Einfluss auf das gesamte Rasenbiotop, da sich bei zunehmender Gehölzdeckung und Verfilzung die mikroklimatischen Gegebenheiten dahingehend ändern, dass charakteristischen Trockenrasen-Arten der geeignete Lebensraum im Biotop ausgeht. Hat die Artenverarmung des Biotops eine kritische Schwelle überschritten, bzw. ist Biotopstruktur bereits zu stark verändert (Gehölzdeckung etc.), ist es zu spät für etwaige Pflegemaßnahmen. Es gilt daher den sogenannten „tipping point“ zu erkennen und möglichst genau zu definieren, an dem ein Eingriff in die fortschreitende Sukzession noch den gewünschten Erfolg bringen kann.

Daher bildet das Verständnis für den Lebensraum Halb-/Trockenrasen im Naturschutz die Grundlage um, Fragestellungen zum Thema Erhaltung, Pflege und Management dieses Biotoptyps fachlich richtig behandeln zu können. Die Komplexität der Halb-/Trockenrasen erschwert oft die Entscheidungsfindung in Bezug auf den Umgang mit eben diesem Lebensraumtyp. Geschützte Pflanzen- und Tierarten verlangen nach unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen beziehungsweise Managementplänen. Vor allem darf bei diesem Lebensraum nicht vergessen werden, dass gerade das Mosaik aus Offenflächen, Saumbereichen und Gehölzgruppen diesen Biotoptyp so außerordentlich divers macht. Aus diesem Grund muss im Falle von Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen immer darauf geachtet werden, dass die Komplexität und Heterogenität des zu erhaltenden Halb-/Trockenrasen-Biotops bestehen bleibt.

In diesem Sinne soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag liefern, wie unterschiedlich stark ihre Gefährdung nach einer Nutzungsaufgabe = „Gefährdungspotential“ in Bezug auf die Verbuschung und Wiederbewaldung ist und somit das Überleben einer Art auf in einem Biotop oder sogar einer Region gefährdet. Ein weiterer kritischer Punkt, ist die (vegetationsökologisch)-korrekte Ansprache dieser Lebensräume, da hier vor allem die Ursprünglichkeit eine entscheidende Rolle spielt. Demnach kann in primäre und sekundäre Trockenrasen unterschieden werden und ferner auch, ob es sich um „richtige“ Trockenrasen handelt oder um Halbtrockenrasen, die im Allgemeinen wüchsiger sind. Die komplexe Thematik über den Begriff des Trockenrasens wird im Kapitel 4.2.1 ausführlich erläutert.

Betrachtet man Trockenrasenbiotope, die nicht mehr genutzt werden, kommt man unweigerlich zum Thema der Sukzession. Da die meisten Halb-/Trockenrasen in Österreich in ihrer aktuellen Form erst durch den Menschen entstanden sind, nachdem diese Wald rodeten, spricht man beim Prozess der Vegetationsentwicklung (Wiederbewaldung), welcher nach der Nutzungsaufgabe eines Halb-/Trockenrasens abläuft, von einer sekundären Sukzession.

In der Literatur finden sich viele Beiträge über die treibenden Faktoren einer sekundären Sukzession im Allgemeinen. Auf die Trockenrasen-Biotopie umgemünzt sind dies generell die Konkurrenz um Licht, das Nährstoffangebot bzw. die -verfügbarkeit, die Verfilzung, die Mächtigkeit der Streuauflage, die Bodenbeschaffenheit, am Standort vorkommende Pflanzenarten und die klimatischen Bedingungen (vgl. SMITH & SMITH, 2009). Die Sukzession auf Trockenrasen-Biotopen kann somit keinesfalls als einheitlicher Ablauf gesehen werden, vielmehr kann sie sehr unterschiedlich ablaufen, was Zeit und Raum betrifft (nach WRBKA, o.J.). Des Weiteren ist es auf Trockenrasen teilweise sogar schwierig festzustellen, ob es sich bei verbuschenden Trockenstandorten um einen gerichteten Vorgang, oder um einen oszillierenden Prozess handelt, der die trockenheitsbedingte Gehölzgrenze beschreibt (nach ebd.). Jedoch ist gerade der Übergangsbereich zwischen gerichteter Sukzession im Sinne einer fortlaufenden Verbuschung und den primären Trockenrasen (Substratsteppen), die einen längerfristig stabilen Zustand zeigen, äußerst interessant für den Naturschutz.

Unter all den Faktoren einer Sukzession spielt der Boden vor allem auf diesen „Extremstandorten“ eine Rolle, welche in der Literatur zwar oft erwähnt wird, aber kaum näher betrachtet wurde. Die Geologie bekam bisweilen eine höhere Aufmerksamkeit und wurde vor allem bei der Auftrennung der Trockenrasen und Substratsteppen in ihre einzelnen Verbände und Assoziationen oft miteingebunden, so schrieb SCHRATT-EHRENDORFER beziehungsweise auf die Trockenvegetation in Niederösterreich: *„Die Differenzierung in Hart- (Kalk-, Dolomit-, Silikatfelsen) und Weichsubstrate (mehr oder weniger kalkhaltiger Löss, kalkhaltige Sande des Marchfeldes, kalkarme Sande des Marchtals) ist einer der maßgeblichsten Faktoren für die jeweilige Ausbildung der Trockenvegetation.“* (2008 in „Die Steppe lebt. Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich.“): 67.

Der Boden hingegen wird kaum näher beschrieben, oft ist von flachgründig, mager oder karg im Zusammenhang mit dem Boden zu lesen, eine genauere Ansprache der Bodenverhältnisse geschweige denn laboranalytische Daten fehlen jedoch in den meisten Fällen. Dass jedoch der Boden sehr wohl eine gewichtige Rolle spielen dürfte, stellten schon viele Personen fest, welche über Trockenrasen geschrieben haben. KURMANN befasste sich z.B. mit Heißländen-Vegetation in den Tullnerfelder Donauauen und stellte eine inselartige Vegetation fest welche sie für ein Indiz kleinräumiger Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit hält, genauere Ansprachen zum Boden fehlen in der Arbeit allerdings (nach KURMANN, 2013). Erste Ansätze in Richtung Verknüpfung der zwei Komponenten Trockenrasenvegetation und Boden lieferten WILLNER et al. (2004) im Werk „Zur Kenntnis kleiner Trockenraseninseln im Osten Österreichs.“, in dem zu den beschriebenen Pflanzen-Assoziationen jeweils eine Analyse der Korngrößenverteilung des Bodens durchgeführt wurde.

Ein Ziel dieses Werkes ist daher neben den in Kapitel 2.3 aufgeführten Forschungsfragen auch, dass es in Anbetracht der bisherigen, kaum vorhandenen wissenschaftlichen Arbeiten über den Boden als Einflussfaktor auf die Vegetation von Halb-/Trockenrasen Erkenntnisse liefert, inwieweit der Faktorenkomplex Boden in Zukunft näher verfolgt werden muss und welcher Stellenwert ihm bei wissenschaftlichen Untersuchungen und Fragestellungen eingeräumt werden sollte.

Für die Arbeit wurde ein eng abgegrenztes Gebiet gewählt, um möglichst die großklimatischen Faktoren außer Acht lassen zu können. Würde man das Untersuchungsgebiet weiter fassen, müsste eine Vielzahl an zusätzlichen Faktoren miteinbezogen werden, welche aber den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Da der Boden aber schon für sich alleine ein komplexes Themenfeld darstellt, ermöglicht die Konzentration auf diesen einen Faktor einen tiefen Einblick in das Wechselspiel zwischen Boden und Vegetation.

2.2 Konkrete Forschungsdefizite im regionalen Kontext

Sieht man von dem Kernthema dieser Arbeit, dem Zusammenspiel von Boden und Vegetation ab, so eröffnet schon das Untersuchungsgebiet an sich weitere Forschungsdefizite. Die Flora im Traisental in Niederösterreich wurde zwar in der Vergangenheit von einigen Personen in Teilbereichen untersucht, wichtige Arbeiten stammen von BECK VON MANNAGETTA 1893, JUST 1928, DORN 1930, HAGEL 1968/69 und HOLZNER 1986, um nur einige zu nennen.

Dennoch ist zur jetzigen Situation der Vegetation beziehungsweise der Qualität der Lebensräume kaum etwas bekannt. Die letzten größeren floristischen Arbeiten kamen von Dr. Thomas Denk in den Jahren 2000 und 2005, er beschäftigte sich mit der xerothermen Flora im Unteren Traisental. Somit sind die Trockenrasen-Lebensräume im Unteren Traisental zwar besser untersucht als viele andere Lebensräume in diesem Gebiet, jedoch fehlt es auch hier an aktuellen Daten und Kenntnissen zu deren Zustand. Schließlich

wurden auf vielen Halb-/Trockenrasen die letzten Vegetationsaufnahmen und -beschreibungen von Denk in den Jahren 1998 und 1999 erarbeitet.

Aufgrund der speziellen klimatischen Lage des Traisentals - Übergangsbereich zwischen kontinentalen und subozeanischen Klima ist es für verschiedene Forschungsfelder der Botanik und des Naturschutzes besonders interessant. Machen sich doch gerade hier Klimaveränderungen und Neophytenvorkommen vergleichsweise schnell bemerkbar. Umso wichtiger wäre es, eine gute und aktuelle Datengrundlage eines solchen Gebietes zu haben, um Veränderungen in einzelnen Pflanzengesellschaften über einen größeren räumlichen und zeitlichen Kontext verfolgen zu können.

2.3 Forschungsfragen und Hypothesen

Bezugnehmend auf die behandelte Thematik wurden vor Beginn der eigentlichen Untersuchungen konkrete Forschungsfragen und Hypothesen festgeschrieben, sie behandeln zum Teil nur ein einzelnes Forschungsfeld (Vegetation oder Boden) oder beschäftigen sich mit der Verknüpfung der beiden Materien und deren möglichen Zusammenhang.

Die Forschungsfragen lauten wie folgt:

- Wie stark ändert sich die Artenzusammensetzung zwischen den unterschiedlichen Aufnahmeflächen der einzelnen Halbtrockenrasen?
- Welche Gewichtung haben einzelne Bodenparameter (z.B. pH-Wert) für die Gesamtbeurteilung der Bodenbeschaffenheit?
- Welche Bodenfaktoren spielen eine Rolle beim Ablauf einer Sukzession und wie beeinflussen sie die Geschwindigkeit einer solchen?
- Wie stark beeinflusst der Standortfaktor Boden das Gefährdungspotential von Halbtrockenrasen?
- Wie präzise hat eine Bodenuntersuchung und -ansprache zu sein, um detaillierte Aussagen über das jeweilige Trockenrasen-Biotop und deren Gefährdung liefern zu können?

Folgende Hypothesen wurden formuliert:

- Einzelne Bodenparameter ändern sich bei zunehmender Bodenentwicklung.
- Mit zunehmender Bodenentwicklung ändert sich auch die Artenzusammensetzung und -abundanz der Vegetation.
- Je weiter ein Boden entwickelt ist, desto schneller verläuft die natürliche Sukzession auf einem Halbtrockenrasen.

- Halbtrockenrasen über verschiedenartigen geologischen Einheiten lassen sich aufgrund unterschiedlicher Bodenbeschaffenheit klar voneinander differenzieren.
- Einzelne Halbtrockenrasen-Biotope lassen sich anhand von Bodeneigenschaften voneinander unterscheiden.
- Einzelne Sukzessionsstadien auf einem Halbtrockenrasen lassen sich anhand von Bodenparametern voneinander unterscheiden.

3 Untersuchungsgebiet

3.1 Natur- und kulturräumliche Grundlagen

Die Untersuchungen in dieser Arbeit beruhen auf der Betrachtung (Vegetation) und Beprobung (Boden) von unterschiedlichen Sukzessionsstadien auf Halbtrockenrasen im niederösterreichischen Traisental. Die untersuchten Halbtrockenrasen befinden sich allesamt im Unteren Traisental in der Nähe der Landeshauptstadt St. Pölten. Die einzelnen Biotope wurden nicht zufällig ausgewählt, sondern das Auswahlverfahren beruht auf der Tatsache, dass diese Biotope bereits in den Jahren 1997/98 und 1999/2000 von Thomas DENK in seinen Arbeiten „Flora und Vegetation der Trockenrasen des tertiären Hügellandes nördlich von St. Pölten aus arealkundlicher sowie naturschutzfachlicher Sicht“ und „Flora und Xerothermvegetation der Schotterterrassen im Unteren Traisental“ floristisch untersucht worden sind und somit die unerlässliche Grundlage für diese Arbeit bilden. Ein Großteil der untersuchten Halbtrockenrasen-Biotope wurde von DENK (2000 & 2005) erstmals ausführlich in einem Werk niedergeschrieben.

Im Kapitel 3.3. ist eine Übersichtskarte vom Untersuchungsgebiet und deren sechs Standorte zu finden. Am westlichsten gelegen ist der Halbtrockenrasen bei der Ortschaft Groß-Rust, weiter östlich folgen auf einer Nord-Süd-Achse drei Biotope, diese sind der Trockenrasenkomplex am Schauerberg, der Halbtrockenrasen am Großen Kölbling und am Hohen Kölbling, wobei letztgenannter das südlichste Biotop von allen untersuchten ist. Noch weiter östlich findet sich bei der Ortschaft Getzersdorf in den Weinbergen gelegen, das nächste Halbtrockenrasen-Biotop. Dieses gehört damit schon direkt ins Traisental, während die vier schon genannten Biotope im tertiären Hügelland situiert sind. In Oberndorf am Gebirge befindet sich der östlichste aller Halb-/Trockenrasen und der einzige, welcher westlich der Traisen liegt. Dieser untersuchte Halb-/Trockenrasen liegt sozusagen an der Grenze zwischen Traisental und tertiärem Hügelland östlich der Traisen (vermittelt zum Perschling-Tullner Hügelland). Aus mehreren Betrachtungsweisen ist das Untersuchungsgebiet besonders interessant für diese Arbeit gewesen.

Im Traisental herrscht randpannonisches Klima vor (Abbildung 1), auf dieser Karte, welche NIKLFELD H. bereits 1954 anfertigte, ist die Lage des Traisentals und Dunkelsteinerswalds als Westgrenze des pannonischen Raumes gut zu erkennen, einzig die Wachau bildet noch eine kleine Verlängerung nach Westen. Von St. Pölten aus nehmen die Jahresniederschläge nach Süden und Westen zu, und gegen Süden Richtung Alpen nehmen auch die Jahresmitteltemperaturen innerhalb weniger dutzend Kilometer rasant ab (nach DENK, 2000). Der pannonische Raum und sein Klima sind vor allem durch die SO-Winde geprägt, welche im Sommer heiße und im Winter kalte kontinentale Luft in den pannonischen Raum bringen, welcher sich in Österreich vom Burgenland nach Westen bis zur Abdachung der Nord-Ost-Alpen erstreckt und nördlich von Wien über das Marchfeld und das Tullnerfeld bis an die Ausläufer der Böhmisches Masse reicht. Die kontinentalen Luftmassen sind oftmals trocken und somit sind die Niederschlagssummen im Pannonikum die niedrigsten in ganz Österreich.

Das oben bereits erwähnte randpannonische Klima in den Übergangsbereichen zwischen dem pannonischen/kontinentalen und dem atlantischen Klimaraum (nördlich der Alpen) stellt eine komplexe Situation dar, zumal dieses Übergangsklima nicht nur entlang des Unteren Traisentals existiert, sondern auch an der Ost-/Süd-Ost-Flanke der Böhmisches Masse und als sehr schmale Ausbildung an der Nord-Ost-Abdachung der Alpen. Generell ist festzustellen, dass in diesen Übergangsbereichen zu anderen Klimaten die Niederschläge zunehmen und die Jahrestemperaturen abnehmen. Da sich aber die Morphologie der Landschaft im Großraum St. Pöltens als recht heterogen darstellt und mit der Wachau und den Ausläufern der Böhmisches Masse (Dunkelsteiner Wald) im Nordwesten und der Flyschzone im Süden und Südosten vielgestaltige Einheiten besitzt, welche ebenfalls die Niederschlagssummen beeinflussen beziehungsweise große Unterschiede in der Windexponiertheit aufweisen, muss man in diesen Zonen mit vielen, relativ klimaräumig schwankenden Klimaverhältnissen und Übergängen rechnen.

Zur Vegetation des Landschaftsraumes um St. Pölten und weiter nach Osten schrieb HOLZNER W. (1973): 27 „Die Übergangszone (Das Randpannonische Gebiet) ist meist nur recht schmal, da das pannonische Becken meist mit einer Steilstufe gegen die Randlagen abgegrenzt ist. Dementsprechend sind auch die Vegetationsstufen recht scharf und die Übergänge zwischen den Gesellschaften plötzlich. Eine Ausnahme bildet hier das Alpenvorland, wo vom Tullner Becken bis zum Raum westlich St.Pölten eine breite Übergangszone besteht.“ Folgedessen finden sich in solch einem Gebiet auch viele Übergänge in der Vegetation, auch Pflanzengesellschaften an sich bilden hier häufig interessante Varianten aus, indem sie je nach Situation zum Beispiel de-alpine oder vikariierende Arten beherbergen.



Abbildung 1: Abgrenzung des pannonischen Raumes -
aus NIKLFELD (1964)

Von diesem Standpunkt aus gesehen, ist es auch wissenschaftlich äußerst wertvoll, die hier vorhandenen Trockenlebensräume genau zu kennen und zu erfassen. Erschwerend kommt häufig hinzu, dass es in den Übergangszonen nicht selten zu Hybridisierungen von Arten kommt, welche die Ansprache bei gewissen Artengruppen besonders heikel macht (vgl. DENK, 2005).

Ein weiterer Aspekt für die Auswahl des Untersuchungsgebietes beruht auf den geologischen Gegebenheiten des Unteren Traisentals und seiner angrenzenden Gebiete. Mehrfach überprägt zeigt sich heute der Landschaftsaufbau in der Region, viele Großereignisse der Erdgeschichte beeinflussten das Erscheinungsbild des Unteren Traisentals, unter ihnen die Paratethys und die Eiszeiten, siehe Kapitel 3.2.

Die untersuchten Halbtrockenrasen bilden letzte Reste eines früher viel ausgedehnteren Elements in der Kulturlandschaft dieser Region. In der Vergangenheit wurden die meisten Böschungen, Anhöhen und auch Überschwemmungswiesen entlang der Traisen als Hutweiden oder Wiesen genutzt und waren somit zu einem Großteil waldfrei. Heute sieht die Situation nicht nur im Traisental anders aus, die steilen Böschungen, exponierte Flächen und Anhöhen sind verwaldet, aufgeforstet oder wenn möglich intensiviert worden. Da es auf den allermeisten Flächen zu einer natürlichen Wiederbewaldung kommt, kann man davon ausgehen, dass es auch ursprünglich auf diesen Flächen Wald gegeben hat. „Die meisten Trockenrasen Mitteleuropas sind unter dem Einfluss des Menschen aus Trockenwäldern entstanden.“ HÜBL E. in HOLZNER et. al (1986): 10. In diesem Zusammenhang machen vor allem die Halb-/Trockenrasen im Unteren

Traisental keine Ausnahme, sind die Niederschläge mit Werten zwischen 650 und knapp 700mm (Klimadaten von St. Pölten, ZAMG) im Jahr doch deutlich zu hoch, um primäre Trockenrasen in größeren Ausmaßen zu beherbergen. Allerdings finden sich an einigen, kleinen Stellen edaphisch bedingte primäre Trockenrasenreste (vgl. DENK, 2005), wobei die Bezeichnung Reste etwas nach Verlust klingen mag und in diesem Kontext nur partiell richtig ist, da in diesem Landschaftsraum des Randpannonikums die primären Trockenrasen nie eine viel größere Ausdehnungen gehabt haben dürften.

Ganz anders verhält es sich mit den kulturbedingten, sekundären Trockenrasen und Halbtrockenrasen, diese waren ohne Zweifel in der Vergangenheit in weit höheren Ausmaß anzutreffen, somit muss man im Traisental vielmehr von den Resten der sekundären Halb-/Trockenrasen sprechen. Die in dieser Arbeit untersuchten Biotope sind tatsächlich neben ein paar anderen die letzten „größeren“ Bestände dieses Lebensraumtyps im Unteren Traisental und es besteht dringender Handlungsbedarf, um diese verbliebenen Reste nicht auch noch zu verlieren, denn auch um die verbliebenen Trockenlebensräume ist es im Traisental momentan eher schlecht bestellt. Die Klimaänderungen der letzten Jahre dürften hinsichtlich der Trockenlebensräume im Unteren Traisental ebenfalls nicht nur Gutes verheißen, zeigen doch die Klimadaten bezogen auf St. Pölten nicht nur einen Temperaturanstieg des jährlichen Mittels von 9,2 ° (1971-2000) auf 9,5 ° (1981-2010) sondern auch einen Anstieg der Niederschlagssummen im jährlichen Mittel von 659mm auf 696mm (Daten von ZAMG).

3.2 Geologie und Boden

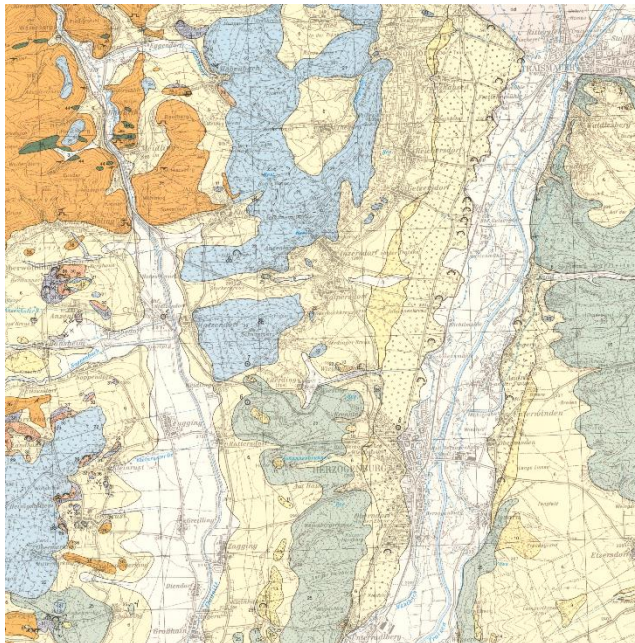


Abbildung 2: Geologie des Unteren Traisentals @gba_esri

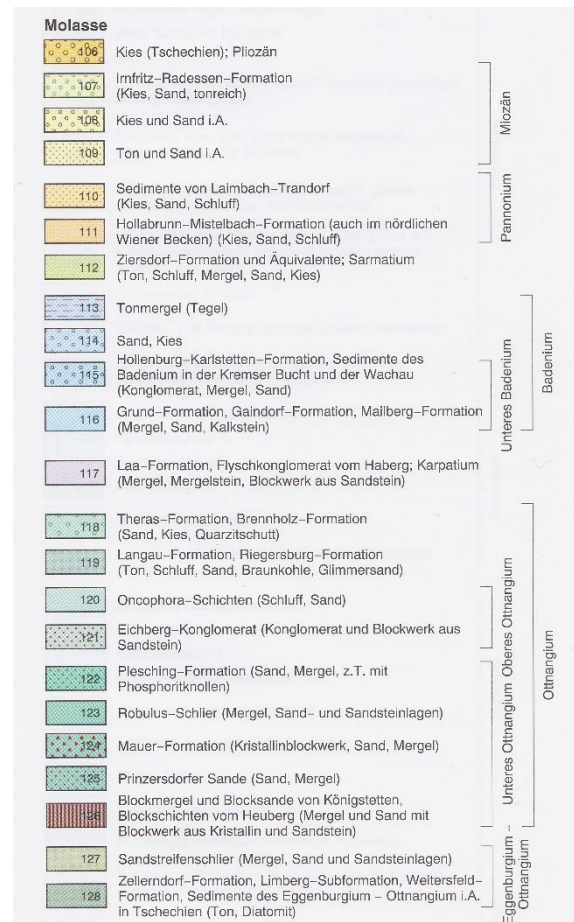


Abbildung 3: Legende zu den Formationen der Molassezone
– aus der geologischen Karte Niederösterreichs @GBA

Der Großraum um St. Pölten und weiter nach Nordost, Richtung Tullnerfeld wird zur sogenannten Molassezone gezählt. Aufgrund der alpidischen Gebirgsbildung ist der südlichste Teil der Böhmisches Masse in die Tiefe gesunken und es entstand am Nordrand der Alpen das sogenannte Molassebecken (JANOSCHEK, 1963). Diese Einbruchsbecken wurden im Laufe der Zeit mit Ausräumungsmaterial der Alpenflüsse wieder teilweise verfüllt. Vielmehr jedoch entstanden somit die tiefsten Gebiete, die in weiterer Folge der Erdgeschichte abermals durch Meeresspiegelschwankungen erfasst wurden und im Palaögen und Neogen (veraltet auch Tertiär genannt) einen Teil der Paratethys (des Urmeeres) bildeten. „Die Molassezone ist aus meist lockeren, tertiärzeitlichen Sedimenten aufgebaut, deren Mächtigkeit sehr schwankt und die den Abtragungsschutt der aufsteigenden Alpen-Karpaten bilden.“ THENIUS E. (1974): 37. Die Gebiete waren im Laufe des Tertiärs starken Meeresspiegelschwankungen ausgesetzt, die Folge war die Bildung von seichten, weitläufigen „Küstenbereichen“, in denen sich unterschiedliche Sedimente in heterogener Reihenfolge über einen längeren Zeitraum ablagerten.

“Die Vielfalt der Sedimente, ihr oft rascher Wechsel in Raum und Zeit ... deuten auf Flachwasserablagerungen hin, die in rein marinen, in brackischen oder limnischen Faziesbereichen sedimentiert wurden und wiederum Unterschiede zwischen küstennahen Konglomeraten, Schottern und Sanden sowie küstenfernen Schlier und Tonmergeln erkennen lassen.” ebd.: 41

An den Mündungen der Alpenflüsse in das „Ur-Meer“ entstanden Deltan, in denen zeitweise brackisches Milieu herrschte. Als sich die Tethys zurückzog, verlandeten die seichtgründigsten Küsten- und Meeresgebiete. *„Sandige Ablagerungen aus diesem verlandenden Meer sind im Raum von St. Pölten weit verbreitet und werden nach der kleinen Muschel Rzehakia, früherer Name Oncophora, als Oncophora-Schichten bezeichnet.”* HARZHAUSER & RÖGL (2011): 35. Da sich aber die Oncophora-Schichten (Nummer 120 auf der geologischen Karte) als Teil der gesamten Molassezone durch ganz Österreich ziehen und im Westen weiter nach Bayern und im Gebiet des Tullnerfeldes und Traisentalen die namensgebende Muschel nicht, oder nur kaum gefunden wird, wurden die Gebiete als eigenständige Formationen abgetrennt. *„Die Traisen-Formation (ehemals Oncophora-Schichten) und die Dietersdorf-Formation (ehemals Eichberg-Konglomerat) werden als Pixendorf-Gruppe zusammengefasst. Die hier beschriebenen Einheiten wurden in einem stark ausgesüßten (brackischen) Randmeer [...] abgelagert.”* GEBHARDT et al (2013): 89

Die Traisen-Formation setzt sich überwiegend aus feinklastischen Materialien (Sand, Sandstein) und die Dietersdorf-Formation aus grobklastischem Material (Konglomerat) zusammen (nach GEBHARDT, 2013). Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten und auch ihre Gesamtmächtigkeit schwank stark. Im Allgemeinen werden die Oncophora-Schichten als glimmerreich und heterogen beschrieben. Neben locker gelagerten Sanden kommen sowohl sandsteinartig verhärtete als auch schluffreiche Zwischenlagen vor. In bestimmten Schichten können bis zu mehrere Meter große Konkretionen aus der Bodenlösung ausfallen und kleinräumig treten verhärtete (konglomeratisierte) Kieslagen auf.

In Zeiten starken Materialtransportes aus den Alpen durch ihre Flüsse wurden mächtige Schottermassen bis zu deren Mündung verfrachtet, so auch im Falle der Vorläufer der heutigen Traisen, welche eine mächtige Geröllplatte bildeten. Die Überreste dieser Schottermassen finden sich heute in verfestigter Form als sogenannter Konglomerathöhenzug westlich der Traisen von Karlstetten bis Hollenburg an der Donau. Die beiden genannten Orte sind auch namensgebend für das hier vorkommende Hollenburg-Karlstettener Konglomerat, auch als Hollenburg-Karlstetten Formation (Teil der Nummer 115 auf der geologischen Karte) bezeichnet, die verwendete Abkürzung dafür lautet HKF-Konglomerat. *„Dieses hauptsächlich aus kalkalpinen Komponenten bestehende Konglomerat entspricht nach H. HASSINGER einem submarinen Schotterkegel eines Traisenvorläufers.”* THENIUS E. (1974): 50. Die höchsten Erhebungen im tertiären Hügelland westlich des Unterlaufs der Traisen tragen diese Sedimente, es handelt sich beim oben genannten Konglomerat um Grobmaterial (Kiesel), der durch kalkhaltiges Feinmaterial verkittet wurde. Das hier auf-

findbare Konglomerat zeigt eine Wechsellagerung mit Mergel- und Sand-Schichten, als auch einen Wechsel zwischen mergeligem und sandigem Feinmaterial in der Verkittung (nach FUCHS, 1980). Die wechselnden Gefügemerkmale deuten auf eine sekundäre Umlagerung hin, da die zu erwartenden Flussschüttungsgefügemerkmale nicht vorhanden sind (nach ebd.). Wie die Oncophora-Schichten wird auch das Hollenburg-Karlstettener Konglomerat erdgeschichtlich ins Miozän eingeordnet.

Das heutige Landschaftsbild im Unteren Traisental entstand schließlich durch das Einschneiden der Traisen in die unterschiedlichen Sedimente bis zu ihrer jetzigen Talsohle.

Von all diesen erdgeschichtlichen Vorgängen blieb die Bodengenese als wichtiges Indiz für das Alter einer Landschaft nicht verschont. Nicht zuletzt aufgrund der letzten Eiszeiten konnte sich eine fortschreitende Bodenentwicklung an vielen Stellen im Unteren Traisental erst in der jüngsten Erdgeschichte wieder einstellen. Ist ein Landschaftsraum von derart vielen unterschiedlichen, geologischen Gegebenheiten und Klimaübergängen geprägt, so ist auch damit zu rechnen, dass eine Vielzahl an Bodentypen und Übergangsformen zu finden sind. Aufgrund der Entstehungsgeschichte des Unteren Traisentales und der klimatischen Situation in diesem Gebiet entstanden zahlreiche Bodentypen auf engstem Raum (vgl. ÖS-TERR. BODENKARTIERUNG, KB 65 - 1980). Da aber in der vorliegenden Arbeit nur Trockenrasen untersucht wurden, schränkt sich die Zahl der dort auffindbaren Bodentypen stark ein und konzentriert sich auf eher schwach entwickelte Böden. -> siehe Kapitel 4.1

3.3 Beschreibung der 6 Untersuchungsgebiete/Schutzgüter

Im folgenden Kapitel werden die sechs Untersuchungsgebiete vorgestellt und ihr naturschutzfachlicher Wert wird im Sinne eines „rapid assessment“ dargelegt. Die Halb-/Trockenrasenstandorte wurden als Natura 2000 Schutzgüter behandelt und als solche auch naturschutzfachlich bewertet (Stichwörter: Lebensraumtyp und Erhaltungszustand), für die Erläuterung der Methodik siehe Kapitel 4.3.1., allerdings stellen die Lokalitäten keine ausgewiesenen Natura 2000 Gebiete dar. Zu erwähnen ist dennoch, dass das Gebiet nördlich und südlich von St. Pölten aufgrund seiner vorhandenen Schutzgüter in den Gebietsvorschlägen der Europäischen Kommission, welche Teil des Mahnschreibens 2013 an Österreich sind, aufgelistet ist.

Auf den nachfolgenden Abbildungen (Tabelle 1 und Abbildung 4) ist die Lage der Biotope zu sehen, die Nummerierung der Lokalitäten hat nichts mit den bei den Untersuchungen verwendeten Gebietscodes (siehe dazu Kapitel 4.3.2) zu tun, sondern dient nur der Übersichtlichkeit auf den folgenden Abbildungen.

Name des Untersuchungsgebietes:	Nummer:	Code:
Getzersdorf	1	K1
Großrust	2	K2
Schauerberg	3	K3
Oberndorf/Gebirge	4	O1
Großer Kölbling	5	O2
Hoher Kölbling	6	O3

Tabelle 1: Untersuchungsgebiete

Lage der Untersuchungsgebiete



Abbildung 4: Lage der Untersuchungsgebiete im Unteren Traisental, Kartenwerk ©BEV

Verschneidung der Untersuchungsgebiete mit der geologischen Karte (Maßstab 1:200.000)

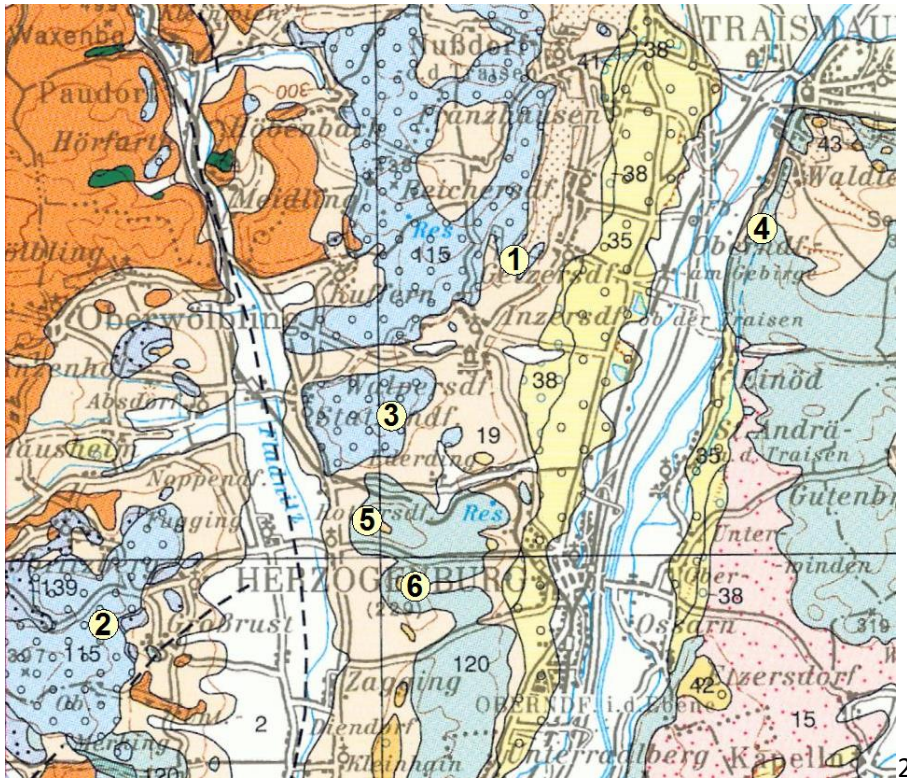


Abbildung 5: Lage der Untersuchungsstandorte auf geologischer Karte, Kartenwerk ©gba_esri

Die Orthofotos zu den jeweiligen Untersuchungsgebieten zeigen als färbige Punkte die Lage der einzelnen Vegetationsaufnahmen/Sukzessionsstadien. Die Beschreibung der unterschiedlichen Sukzessionsstadien und die Kriterien der Auswahl finden sich im Methodenkapitel 4.3.2.

Das jeweils rote Polygon grenzt den Trockenrasen von seiner Umgebung ab, diese Linie stellt in keinerlei Hinsicht die tatsächlichen Parzellen oder sonstige rechtlich verbindliche Grenzen dar, sondern dient ausschließlich der visuellen Kenntlichmachung der vegetationsökologisch definierten Ausdehnung des jeweiligen Halbtrockenrasens.

3.3.1 Standorte auf Konglomerat

3.3.1.1 Halbtrockenrasen-Böschung bei Getzersdorf (K1)



Abbildung 6: Untersuchungsflächen am Standort Getzersdorf (Orthofoto © BEV)

Inmitten der Weinberge liegt zwischen den Ortschaften Inzersdorf und Getzersdorf parallel zu einem Güterweg eine teils sehr steile Halbtrockenrasenböschung. Mit der Lage bei Getzersdorf ist dieses Biotop gemeinsam mit dem Trockenrasenkomplex in Oberndorf am Gebirge einer von den zwei Lokalitäten, welche direkt im Tal der Traisen liegen. Er besitzt eine Größe von circa 1.500 m² inklusive den mit Trockengebüsch bewachsenen Teilen. Im Norden und Nordwesten wird das Biotop von einem Schotterweg begrenzt, der zu einer Holzhütte oberhalb des Halbtrockenrasens führt. Westlich nach dem Schotterweg schließt ein Rotföhrenwald an. Es ist davon auszugehen, dass auch die Fläche des Halbtrockenrasens in der Vergangenheit zumindest mit geringem Bestockungsgrad bewaldet war, da sich klare Tendenzen in Richtung Verbuschung und schließlich Wiederbewaldung zeigen. Am unteren Ende des Halbtrockenrasens sind großflächig Anrisse des Bodens zu sehen und auch auf der restlichen Fläche ist der Einfluss der Erosion

deutlich sichtbar. Verstärkt wird dieser Effekt sicherlich durch den starken Wildbetritt, der auf der Fläche herrscht und durch die vielen Wildpfade auch sichtbar ist. Eine einzelne Rotföhre stockt inmitten der Fläche, ansonsten ist der Standort momentan frei von Bäumen.

Naturschutzfachliche Einwertung:

Der Halbtrockenrasen in Getzersdorf wird überwiegend durch Erosion, vor allem aufgrund des starken Wildverbisses und -betrittes (welcher ebenfalls die Erosion fördert) in Teilbereichen stärker offen gehalten als alle anderen untersuchten Halbtrockenrasen.

Stellenweise findet sich noch ein gutes Arteninventar mit *Pulsatilla grandis*, *Seseli hippomarathrum*, *Teucrium chamaedrys*, *Bromus erectus*, *Potentilla incana*, *Inula ensifolia* und anderen typischen Vertretern eines intakten Trockenrasens. Größere Teile der Fläche sind aber in Verbuschung begriffen oder schon verbuscht, aufkommende Sträucher sind hauptsächlich *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana*, *Rosa canina* agg., *Berberis vulgaris* und *Prunus spinosa*. Vor allem *Ligustrum vulgare* und *Cornus sanguinea* sind maßgebend an der Verbuschung in die Offenflächen hinein beteiligt. Gebüschgruppen, von denen ebenfalls die Verbuschung ausgeht sind mosaikartig in die Fläche eingestreut.

Es dürfte sich um einen degradierten ehemaligen Waldstandort handeln, wie es schon DENK T. (2000) in seiner Arbeit „Flora und Vegetation der Trockenrasen des tertiären Hügellandes nördlich von St. Pölten aus arealkundlicher sowie naturschutzfachlicher Sicht“ anmerkte. Die Wiederbewaldung ist offensichtlich durch die Erosionsereignisse in höherem Ausmaß gehemmt, auf der Fläche sind zumindest keine Sämling vom angrenzenden Föhrenwald oder von sonstigen Baumarten zu finden.

Als Versaumungszeiger bei den Gräsern ist *Brachypodium pinnatum* in mäßigem Ausmaß zu finden. Auffallend ist die hohe Dominanz von *Bromus erectus*, die sich bereits negativ auf die Struktur des Rasens auswirkt, indem er sich als zu dichtwüchsig darstellt. Ein interessanter naturschutzfachlicher Aspekt ist sicherlich die starke Nutzung der Fläche als Äsungsplatz durch das Wild, den Jägern dürfte dies sehr wohl bekannt sein, nicht umsonst befinden sich Hochstände in der Nähe der Halbtrockenrasen. Ohne den Wildbetritt und -verbiss wäre das Biotop sicherlich dichter bewachsen und mit weniger Offenboden ausgestattet. Der Halbtrockenrasen hat insgesamt noch gutes Potential und benötigt aufgrund der Erosions- und Bodenverhältnisse eher wenig Pflegeaufwand, um ihn zu erhalten oder verbessern.

Pflanzengesellschaften: DENK schied für diesen Halbtrockenrasen noch zwei verschiedene Pflanzengesellschaften aus, einerseits das *Fumano-Stipetum eriocaulis*, welches leider nicht mehr bestätigt werden konnte, und das *Polygalo majoris-Brachypodietum pinnati*. Die zweitgenannte Gesellschaft bildete auch bei den aktuellen Untersuchungen die dominierende Gesellschaft. Arten, die zu den Fels-Trockenrasen überleiten, sind nur mehr fragmentarisch vorhanden (*Jurinea mollis*, *Linum tenuifolium* und *Potentilla in-*

cana). In den hochwüchsigen Bereichen des Rasens muss teilweise schon von einem *Peucedanetum cervariae* gesprochen werden. Diese Staudensaum-Gesellschaft markiert die in ihrer sekundären Sukzession bereits weiter fortgeschrittenen Bereiche des Rasens. Die mosaikartig eingestreuten Gebüschgruppen können der Assoziation Pruno-Ligustretum zugeordnet werden.

Bewertung nach Ellmayer:

Der Halbtrockenrasen ist als LRT 6210 (Naturnahe Kalktrockenrasen und ihre Verbuschungsstadien) zu beschreiben und gehört zum Subtyp 6212 (Submediterrane Halbtrockenrasen – *Brometalia erecti*).

Zustand des Halbtrockenrasens: **B** -> Tendenzen Richtung **C**

3.3.1.2 Halbtrockenrasen-Kuppe bei Groß-Rust (K2)



Abbildung 7: Untersuchungsflächen am Standort Groß-Rust (Orthofoto © BEV)

Westlich der Ortschaft Groß-Rust befindet sich in der Nähe der Landesstraße Richtung Heinigstetten am SW-Hang einer Konglomerat-Kuppe dieser Halbtrockenrasen, welcher eine Größe von circa 1.500 m² aufweist. Früher gab es in unmittelbarer Nachbarschaft einen großen Trockenrasen-Komplex, der jedoch durch Materialabbau mittlerweile fast vollständig zerstört wurde. Westlich schließt nach einer kurzen Pufferzone (artenärmere, trockene Wiese) ein Acker an, die Wiesenkuppe nördlich des Halbtrockenrasens ist intensiviert worden. Hangabwärts stockt ein lichter Robinien-, Föhrenwald mit einigen Trockenrasen-Arten im Unterwuchs. Südlich grenzt eine größere xerophytisch getönte Gebüschfläche mit wenigen Rotföhren an. Vermutlich wurde der Halbtrockenrasen in eher unregelmäßigen Abständen beweidet, da teils noch Zäune vorhanden sind.

Naturschutzfachliche Einwertung:

Der Halbtrockenrasen ist in einem mäßig guten Zustand mit Tendenzen zur Versaumung, obwohl er scheinbar unregelmäßig mit Schafen beweidet wurde, ist eine Verfilzung der Bodenoberfläche allgegenwärtig und auch Verbuschungszeiger wie *Crataegus monogyna* und *Rosa canina agg.* sind zu finden. Dennoch ist momentan noch eine größere Population von *Pulsatilla grandis* auf der Fläche vorhanden und neben dieser Charakterart zeigt sich eine starke Dominanz von *Bromus erectus* am Großteil des Standortes. Das Trockengebüsch im Süden besteht aus einheimischen, trockenheitsliebenden Arten wie *Crataegus monogyna*, *Berberis vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana* und *Rosa canina agg.*. Rund um die Fläche stocken einzelne Rotföhren, die aber keine Ausbreitungstendenz zeigen. An der oberen Kante im Nordwesten gelegen, stockt eine Robinie, welche aber abgestorben ist. Der Halbtrockenrasen macht insgesamt einen unternutzten Eindruck, besitzt aber noch eine weitgehend intakte Artengarnitur und mit zumindest einem Exemplar von *Juniperus communis* auch ein wichtiges Relikt der Nutzungsgeschichte. Die Fläche ist einigen Gefährdungen ausgesetzt, so wurde zum Beispiel schon versucht, die Fläche mit Nussbäumen aufzuforsten, viele davon sind aber wieder abgestorben oder verbissen worden, des Weiteren wurden im südwestlichen Eck 4-5 junge Fichten und Douglasien gesetzt und eingezäunt. Auch ein Abbau des Konglomerats ist in der Zukunft nicht auszuschließen.

Der Halbtrockenrasen bei Groß-Rust ist der am westlichsten und dem Dunkelsteinerwald nächstgelegene Standort und somit der tendenziell am schwächsten pannonisch geprägte Trockenrasen-Standort in dieser Arbeit. Mit *Pulsatilla grandis*, *Cyanus triumfettii*, *Eryngium campestre*, *Rosa corymbifera agg.*, *Onobrychis vicifolia* und *Muscari neglectum* ist er aber dennoch auffallend pannonisch und somit als absolute randpannonische Einheit äußerst erhaltenswert und vor allem auch wissenschaftlich von hoher Wertigkeit.

Pflanzengesellschaften: Die von DENK (2000) ausgewiesene Gesellschaft des *Polygalo majoris-Brachypodium pinnati* kann für den Halbtrockenrasen an sich bestätigt werden, in manchen Teilbereichen findet

aber eine Überleitung zum, ebenfalls von DENK erwähnten, *Onobrychido arenariae-Brachypodietum pinnati* statt.

Bewertung nach Ellmayer:

Der Halbtrockenrasen ist als LRT 6210 (Naturnahe Kalktrockenrasen und ihre Verbuschungsstadien) zu beschreiben und gehört zum Subtyp 6212 (Submediterrane Halbtrockenrasen – *Brometalia erecti*).

Zustand des Halbtrockenrasens: **B**

3.3.1.3 Trockenrasen-Komplex am Schauerberg (K3)



Abbildung 8: Untersuchungsflächen am Standort Schauerberg (Orthofoto © BEV)

Östlich der Ortschaft Statzendorf befindet sich der Schauerberg, er ist Teil des Konglomerat-Höhenzuges von Karlstetten nach Hollenburg. Der Schauerberg beherbergt eine alte Kulturlandschaft mit Wiesen, Bö-

sungen, Weingärten, Äcker und Weiden. Kuppennah befindet sich der untersuchte Trockenrasen-Komplex, welcher laut der 3. Landesaufnahme schon vor 150 Jahren als Weidefläche diente (mündl. Mitt. WRBKA T., 2015). Dazwischen mit Schwarzföhren licht bestockt, zeigt er sich heute bis auf wenige Eichen, Vogelkirschen und Schwarzföhren baumfrei und insgesamt sehr heterogen. Lesesteinwälle lassen eine ehemalige Nutzung als Weingarten vermuten, genauso wie die vielen kleinen Kesseln und Mulden auf einen kleinflächigen Materialabbau schließen lassen.

Die direkte Umgebung des Trockenrasen-Komplexes ist vielfältig und reicht vom Weingarten über eine Ackerbrache, einen kleinen Robinienwald, eine Wiese bis zu konventionell bewirtschafteten Äckern.

Mit circa 10.500 m² ist er gemeinsam mit dem Trockenrasen-Komplex in Oberndorf am Gebirge das flächenmäßig größte untersuchte Gebiet.

Naturschutzfachliche Einwertung:

Aufgrund der vielfältigen Vergangenheit dieses Standortes (siehe Beschreibung) ist der Trockenrasen-Komplex in seiner bestehenden Form sehr heterogen ausgebildet und besitzt ein Mosaik aus Offenflächen, verbuschten Abschnitten, kleinen Felsköpfen, Lesesteinwällen und kleinen, eutrophen Mulden bzw. Kesseln.

Viele Wildpfade führen durch das Biotop und offensichtlich wird auch manchmal Weidevieh zumindest durch die Fläche getrieben.

Der momentane Zustand des Biotops ist im Gesamten aufgrund der sehr heterogenen Bestandsstruktur daher eher schwer zu bewerten. In kleinen Teilbereichen ist er in einem sehr guten Zustand (Pulsatillen, Chamaephyten-Reichtum) und äußerst niederwüchsig und kann daher in diesen Bereichen auch als primärer Trockenrasen(-Kern) angesprochen werden. Daneben gibt es wiederum Teilbereiche, die als Halbtrockenrasen zu bezeichnen sind, und wiederum in anderen Bereichen ist das Biotop bereits völlig verbuscht und auch eutrophiert und somit nicht mehr als Trockenrasen zu bezeichnen. Als aufkommende Strauchförmige sind vor allem *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare* und *Rosa canina agg.* zu nennen, in den „fetteren“ Mulden und Kesseln wachsen aber auch schon *Clematis vitalba*, *Rubus fruticosus* und *Brachypodium pinnatum*. Ebenso heterogen gestalten sich der Grad der Verfilzung und das Vorhandensein einer Knickschicht. Im Gesamten verfügt das Biotop über ein sehr breites Artenset mit vielen xerothermen und einigen dealpinen Arten (z.B. *Sesleria caerulea* und *Teucrium montanum*) und besitzt somit ein hohes Potential bei Wiederaufnahme einer naturschutzgerechten Nutzung diese Artenvielfalt zu erhalten und ein wertvolles Halbtrockenrasen-Biotop darzustellen.

Pflanzengesellschaften: Die Ausweisung von bestimmten Gesellschaften ist auf solch heterogenen Trockenrasen-Komplexen äußerst schwierig. Am bestens werden die noch offenen Bereiche (ohne den klein-

flächigen Felsköpfen) durch das *Polygalo majoris-Brachypodietum pinnati* beschrieben, in wüchsigen Bereichen kann jedoch teilweise schon von einem *Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum* gesprochen werden. Das in vielen Teilbereichen des Komplexes bereits überwiegende Trockengebüsch kann nicht eindeutig zugeordnet werden, am besten lässt es sich als Berberidion mit sehr hoher *Crateagus monogyna*-Dominanz beschreiben.

Bewertung nach Ellmayer:

Der Trockenrasen-Komplex ist als LRT 6210 (Naturnahe Kalktrockenrasen und ihre Verbuschungsstadien) zu beschreiben und gehört zum Subtyp 6212 (Submediterrane Halbtrockenrasen – *Brometalia erecti*).

Zustand des Trockenrasen-Komplexes: **B** -> Tendenzen Richtung **C**

3.3.2 Standorte auf Oncophora

3.3.2.1 Trockenrasen-Komplex am Kogelberg in Oberndorf am Gebirge (O1)



Abbildung 9: Untersuchungsflächen am Standort in Oberndorf am Gebirge (Orthofoto © BEV)

Direkt in der Ortschaft Oberndorf am Gebirge, nahe Traismauer, befinden sich auf einem langgezogenen Hang, der im Volksmund Kogelberg genannt wird, in S-SW-Exposition ein Trockenrasen-Komplex und trockene Wälder. Weiter NW befindet sich nochmals ein offener Komplex, welcher von jenem untersuchten Teil durch ein von Neophyten beeinflusstes Waldstück räumlich abgetrennt ist.

Der hier beschriebene und untersuchte Bereich des Kogelbergs ist circa 10.000 m² groß, wobei etwa die Hälfte davon mit Trockengebüsch, strauchförmigen Flaumeichen und einzelnen, mächtigen Rotföhren bewachsen ist. Am unteren Rand sind zugewachsene, extrem steile Terrassierungen zu finden, oberhalb des Hanges sind großflächig Weingärten angelegt. Mit seiner Lage am östlichen Wagram ist das Biotop am stärksten pannonisch geprägt. „[...] der Hang war laut alten Aufzeichnungen (3. Landesaufnahme) völlig waldfrei.“ mündl. Mitt. WRBKA T. (2016) und „[...] wurde als Wiese genutzt, die per Hand gemäht wurde“ mündl. Mitt. WINKLER E. (2016).

Momentan unterliegt der Hang keiner Nutzung und ist der sekundären Sukzession überlassen. Vereinzelt sind aber alte, kleine Baumstümpfe zu finden (vermutlich von *Quercus pubescens*), möglicherweise ein Relikt, so dass die Fläche nach ihrer Nutzungsaufgabe noch teilweise durch Holzentnahme offen gehalten wurde. Der Hang ist aus Oncophora-Schichten aufgebaut, vereinzelt sind aber auch konglomeratisierte Bänke zu erkennen. Die umgebenden Weingärten und die nordwestlichste Kante des Hanges sind von Lößablagerungen überdeckt.

Naturschutzfachliche Einwertung:

Dieser Trockenrasen-Komplex wird aus einem Vegetationsmosaik aus Offenflächen, Gebüschgruppen (mit *Quercus pubescens*) und einzelnen, mächtigen Rotföhren gebildet. Auf den offensten Stellen ist eine felssteppenartige Vegetation mit *Stipa eriocalis* und *Botriochloa ischaemum* ausgebildet, welche man als verarmte Ausbildung der Gesellschaft „Niederösterreichische Federgrasflur“ (*Fumano-Stipetum eriocalis*) ansprechen kann (vgl. DENK, 20005). Wiederum in Teilbereichen kann dieser Rasentyp durchaus als Felssteppe bezeichnet werden. Daneben bilden Rasensteppen Übergangszonen zu wüchsigeren Bereichen mit hoher *Bromus*-Dominanz. Zerstreut im Komplex kommt *Pulsatilla grandis* und *P. pratensis ssp. nigricans* vor.

Der Trockenrasen-Komplex beherbergt sowohl besonders schützenswerte und im Traisental äußerst seltene Arten wie die beiden Pulsatillen-Arten als auch *Allium flavum*, *Stipa eriocalis*, *Inula ensifolia*, *Campanula moravica* und *Botriochloa ischaemum*, aber auch als besonderen, holzigen Vertreter im Traisental *Quercus pubescens*. Bemerkenswert ist neben der Flaumeiche auch der Artenreichtum an Sträuchern im Komplex. Neben den typischen Vertretern wie *Berberis vulgaris*, *Crataegus monogyna* und *Prunus spinosa*, kommt hier auch *Cornus mas* und *Prunus fruticosa* vor. Als weiteres, interessantes Element des

Biotops und Zeuge ehemaliger Nutzung finden sich ein paar Exemplare von *Juniperus communis*, vor allem bei den Terrassierungen im Unterhangbereich.

Mit seinen Felssteppen-Elementen, den vielen thermophilen Arten und dem insgesamt äußerst trockenen Charakter sollte der Trockenrasen-Komplex unbedingt erhalten werden. Bleiben Pflegemaßnahmen aus, droht aber auch auf diesem Standort vorschreitende Verbuschung und vor allem die gänzliche Veränderung des Biotops durch invasive Neophyten wie Götterbaum und Robinie, die vor allem vom unteren Rand her in die Fläche einwandern. Insgesamt besitzt der Trockenrasen-Komplex eine hohe naturschutzfachliche Wertigkeit und versaumende oder verbuschende Bereiche haben bei fachgerechtem Pflegemanagement ein hohes Potential, wieder zu einem hochwertigen Trockenrasen-Biotop zu werden. Gemeinsam mit dem Schauerberg ist der Trockenrasen-Komplex in Oberndorf am Gebirge alleine aufgrund der Größe das naturschutzfachlich wertvollste Biotop der untersuchten Gebiete.

Pflanzengesellschaften: Das weiter oben bereits erwähnte *Fumano-Stipetum eriocaulis* dürfte bei den Aufnahmen von DENK (2005) noch wesentlich weitläufiger im Trockenrasen-Komplex vertreten gewesen sein. Bei den aktuellen Untersuchungen wurde es nur mehr auf den offensten Stellen festgestellt, hingegen gibt es einige Übergangsbereiche, die zum *Polygalo majoris-Brachypodium pinnati* überleiten. Diese Gesellschaft bildet nunmehr den Großteil des Halb-/Trockenrasenbestandes.

Bewertung nach Ellmayer:

Der Trockenrasen-Komplex ist als LRT 6210 (Naturnahe Kalktrockenrasen und ihre Verbuschungsstadien) zu beschreiben und gehört größtenteils zum Subtyp 6212 (Submediterrane Halbtrockenrasen – Brometalia erecti), allerdings lassen sich kleine Teilbereiche des Komplexes (*Fumano-Stipetum eriocaulis*) dem Subtyp 6240 (Subpannonische Steppen-Trockenrasen) zuordnen.

Zustand des Trockenrasen-Komplexes: insgesamt **B**, in kleinen Bereichen **A**

3.3.2.2 Halbtrockenrasen-Rest am Großen Kölbling (O2)



Abbildung 10: Untersuchungsflächen am Standort "Großer Kölbling" (Orthofoto © BEV)

Nordöstlich der Ortschaft Rottersdorf befindet sich der Große Kölbling, nicht nur ein Überbleibsel aus dem Tertiär, sondern auch ein Relikt aus dem Quartär (auf der Kuppe liegt Schotter der Rosenfeld-Terrasse = älteste Traisen-Terrasse), der Grundstock des Großen Kölblings besteht aus Oncophora-Sedimenten, so auch der Untergrund des Halbtrockenrasens. Dieser zeigt nach SW und befindet sich am unteren Ende des Waldes. Er besitzt eine flächenmäßige Ausdehnung von circa 1.200 m². Der gesamte Rest der Kuppe des Großen Kölblings wird ansonsten von Wald bedeckt, welcher aber nach Schlägerungen teilweise mit Robinien wieder aufgeforstet wurde. Hangabwärts grenzt direkt ein Feldweg an und danach folgen Äcker. Kleinflächig dürfte auf der Fläche Oncophora-Sand abgebaut worden sein, weshalb sich das Relief teilweise unnatürlich unruhig darstellt. Heute wird die Fläche nicht mehr genutzt, allerdings befinden sich am NW-Rand der Fläche ein paar Futterstellen für Wild, in diesem Bereich dürfte der Rasen unregelmäßig gemäht werden oder worden sein. Hier wächst eine interessante Saumvegetation mit *Anemone sylvestris*.

Naturschutzfachliche Einwertung:

Das Biotop weist durch sein heterogenes Relief verschiedene ökologische Gradienten auf, die sich in Unterschieden in der Artenzusammensetzung kenntlich machen. Obwohl vegetationsökologisch recht interessant und abwechslungsreich ausgestaltet, ist der momentane Zustand des Halbtrockenrasens als eher schlecht zu beurteilen. Zwar kommt zum Beispiel *Pulsatilla grandis* noch vor, aber nur sehr vereinzelt. Die unteren Bereiche sind bereits von *Calamagrostis epigejos* dominiert und faktisch im gesamten Biotop kommen Sträucher, vor allem *Ligustrum vulgare*, auf. Zumindest an drei Seiten ist ein Übergangsbereich zum Wald hin vorhanden, welcher aus standortstypischen Straucharten und niederen Eichen gebildet wird. Neophyten sind keine vorhanden, aber ca. 200m nach Norden wurde eine größere Schlagfläche mit Robinien aufgeforstet, somit ist es nur mehr eine Frage der Zeit, bis diese Samen bilden und eine zusätzliche, massive Gefährdung darstellen.

Fast am gesamten Halbtrockenrasen ist starke Verfilzung sichtbar. Das Biotop wurde bereits im Trockenrasenkatalog von 1986 als stark verbuscht beschrieben und befindet sich auch bei diesen Untersuchungen im schlechtesten Zustand von allen untersuchten Halb-/Trockenrasen. Trotz des bereits verarmten Artensets besitzt der Halbtrockenrasen nicht zuletzt wegen seiner Bodenverhältnisse noch gutes Potential bei Wiederaufnahme einer naturschutzkonformen Nutzung.

Pflanzengesellschaften: Auf den offensten Stellen kann noch von einem *Polygalo majoris-Brachypodietum pinnati* gesprochen werden, allerdings fehlen charakteristische Arten wie *Polygalo major*. In den von *Calamagrostis epigejos* dominierten Bereichen muss bereits von einer *Calamagrostis epigejos-Galium verum-Gesellschaft* gesprochen werden.

Bewertung nach Ellmayer:

Der Halbtrockenrasen ist noch als LRT 6210 (Naturnahe Kalktrockenrasen und ihre Verbuschungsstadien) zu beschreiben und gehört zum Subtyp 6212 (Submediterrane Halbtrockenrasen – *Brometalia erecti*).

Zustand des Halbtrockenrasens: **C**

3.3.2.3 Terrasse mit Halbtrockenrasen am Hohen Kölbling (O3)



Abbildung 11: Untersuchungsflächen am Standort "Hoher Kölbling" (Orthofoto © BEV)

Nördlich der Verbindungsstraße zwischen Zagging und Herzogenburg liegt der Hohe Kölbling, er weist dieselbe Entstehungsgeschichte wie der Große Kölbling auf, ist also ein aus Oncophora-Schichten gebildeter Hügel, welcher an der Kuppe Schotter der Rosenfeld-Terrasse aufliegen hat. Die östliche Seite des Hohen Kölblings ist terrassiert und weist heute unterschiedliche Nutzungen auf. Der Halbtrockenrasen befindet sich auf einer der mittleren Terrassen und ist im Vergleich zu den anderen Terrassen relativ schmal ausgebildet. Laut dem Besitzer wurde die Terrasse vor langer Zeit (vor circa 25 Jahren) noch als Ackerstreifen genutzt. Seit der Nutzungsaufgabe findet auf der Fläche die natürliche Sukzession statt. Die Verlängerung der Terrasse gegen Norden ist mit einem Zitterpappel-Vorwald bewachsen, der sich nach Süden ausbreitet. Am südlichen Ende der Terrasse wurden vor langer Zeit Birken und ein paar Ziergehölze gepflanzt. Von diesen kleinen Störungen abgesehen, sind keine weiteren Beeinträchtigungen zu erkennen. Erfreulich ist des Weiteren auch das Fehlen von neophytischen Organismen.

Naturschutzfachliche Einwertung:

Als ehemalige Ackerterrasse weist der Halbtrockenrasen ein terrassentypisches Relief auf. Im zentralen Bereich des ehemaligen Ackers ist der Rasen noch am hochwertigsten. Die darüber liegende Böschung weist einen Eutrophierungsgradienten Richtung des darüber befindlichen Wildackers auf und fungiert somit als Pufferzone. Durch die schmale Ausbildung des Halbtrockenrasens ist dieser tendenziell stärker von Randeffekten betroffen als größere Standorte. Die Verfilzung ist auf der gesamten Fläche mäßig fortgeschritten und an einigen Stellen kommen erste Sträucher auf. Die Verbuschung findet vor allem auf der Geländekante zur unteren Böschung und von der oberen Böschung herab statt. Auffällig ist die Dominanz von *Crataegus monogyna* unter den Straucharten, diese Art ist an den meisten Stellen des Biotops die vorherrschende Art, die sich für die Verbuschung zuständig zeigt. An versäumten Stellen finden sich recht häufig *Geranium sanguinea*, *Seseli libanotis* und *Brachypodium pinnatum*.

Aufgrund der starken Verfilzung und des Flächenanteils welcher die versäumten Bereiche einnimmt, besteht bereits dringender Handlungsbedarf, damit das erstaunlich hochwertige Artenset dieses Halbtrockenrasens aus Arten wie *Pulsatilla grandis*, *Gentiana crutiana*, *Polygala major*, *Neotinea tridentata*, *Knautia drymeia ssp. intermedia*, *Seseli libanotis* und *Thesium linophyllum* bestehen bleibt. Aufgrund dieses Artensets besteht ein hohes Potential für diesen Halbtrockenrasen, bei fachgerechter Pflege seinen Artenreichtum zu erhalten und die strukturellen Gegebenheiten wieder zu verbessern.

Pflanzengesellschaften: Im zentralen Teil der Terrasse kann der nördliche Teil des Halbtrockenrasens als *Polygala majoris-Brachypodietum pinnati* angesprochen werden, hingegen der bereits wesentlich stärker versäumte und besonders dicht- und hochwüchsige Südteil des Biotops mit einer hohen Dichte von *Seseli libanotis* zu einer interessanten Saumgesellschaft überleiten, die nicht exakt angesprochen werden kann, aber sicherlich dem Verband des *Geranion sanguinei* zuzuordnen ist.

Bewertung nach Ellmayer:

Der Halbtrockenrasen ist als LRT 6210 (Naturnahe Kalktrockenrasen und ihre Verbuschungsstadien) zu beschreiben und gehört zum Subtyp 6212 (Submediterrane Halbtrockenrasen – *Brometalia erecti*).

Zustand des Halbtrockenrasens: **B** -> **C**

4 Konzepte und Methodik

4.1 Bodenkundliche Konzepte und Begriffe

Die Einteilung von Böden beruht auf einer Systematik, welcher der Bodentyp als Baustein zugrunde liegt. *„Dabei werden Boden mit gleichartigen pedogenen Merkmalen, die sich in charakteristischer Weise von Boden eines anderen Entwicklungszustandes unterscheiden, zu einem Bodentyp zusammengefasst.“*ebd.: 273.

„Es ist allerdings nicht möglich, mit dem Bodentyp alle wesentlichen Eigenschaften zum Ausdruck zu bringen; manche wichtige Merkmale variieren sehr stark innerhalb einzelner Typen, z.B. die Bodenart, der Steingehalt, der Humusgehalt, die Humustiefe, die Gründigkeit, der Kalkgehalt, die Wasserverhältnisse und die Reaktion. Es sind daher zum Bodentyp sehr oft noch ergänzende Angaben notwendig.“

ÖSTERR. BODENKARTIERUNG (1980): 9.

Da allerdings genau diese Bodeneigenschaften auch innerhalb eines Bodentyps äußerst variabel sein können und einen großen Einfluss auf die Pflanzendecke im Allgemeinen haben, müssen diese einzelnen Parameter im Detail betrachtet werden.

Im Untersuchungsgebiet trifft man an steilen Hängen und Kuppenlagen aufgrund der geologischen Gegebenheiten (Konglomerat, Löss, Oncophora...) überwiegend auf den Bodentyp Pararendzina, so wird in der ÖSTERR. BODENKARTIERUNG (1980), KB 65 (Herzogenburg): 84 die Bodenform 21 als „Pararendzina aus aufgemürbtem Hollenburg-Karlstettener Konglomerat“ beschrieben. *„Im WRB-System ist die Pararendzina ein Calcaric Regosol, z. T. auch ein Phaeozem.“* SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (2010): 319.

Dieser Bodentyp zählt zu der Gruppe der A-C Böden, also jenen Böden ohne deutlich verbraunten, differenzierbaren Horizont (=B-Horizont) und kann je nach Humusform als Moder- oder Mull-Pararendzina beschrieben werden. *„Die Pararendzina entwickelt sich aus Löss, Geschiebemergel, carbonathaltigen Schottern, Sanden und Sandstein,... durch Humusakkumulation, Bildung koprogener Aggregate und mäßige Carbonatverarmung.“* ebd.: 319. Bei einer fortschreitenden Bodenentwicklung kommt es zu einer geringen Verbraunung, überschreitet diese Verbraunung die definierten Grenzen nicht, spricht man von einer Verbraunten Moder- bzw. Mull-Pararendzina. Bei einer weiterschreitenden Bodengenese entsteht schließlich aus einer Pararendzina eine Braunerde.

Deskriptive bodenkundliche Begriffe

Im Ergebnis und Diskussionsteil der Arbeit werden einige bodenkundliche Fachbegriffe mehrfach verwendet. Die Kenntnis dieser ist für das Verstehen der Resultate und die Diskussion darüber unabdingbar, weshalb im Folgenden die wichtigsten bodenkundlichen Begriffe, welche verwendet wurden, kurz erklärt werden.

Bodenhorizont:

„Als Bodenhorizont wird ein Teilbereich eines Bodenprofils bezeichnet, der durch bodenbildende Vorgänge (A-,B-Horizonte u a.) entstanden ist, innerhalb seiner Grenzen – unter anderem in Bezug auf Farbe, Bodenart und Bodengefüge – annähernd gleiche Eigenschaften aufweist und sich von benachbarten Bereichen unterscheidet.“ NESTROY et. al (2011): 15.

- A-Horizont: beschreibt einen mineralischen Oberbodenhorizont, welcher eine erkennbare Akkumulation von organischer Substanz aufweist.
- B-Horizont: Verwitterungs- und/oder Anreicherungsbereich eines Bodenaufbaus, welcher durch Eisenoxid oder Eisenoxidhydrat gefärbt ist.
- C-Horizont: beschreibt jenen Teil des Bodens, welcher hauptsächlich aus aufgewittertem Ausgangsmaterial der Bodenbildung besteht; bzw. das feste Ausgangsmaterial selbst.

Eine nähere Beschreibung der Horizonte wird durch die Kennzeichnung mit Kleinbuchstaben, welche als Zusatzsymbole (Suffixe) fungieren, erreicht. Einige Suffixe sind an Horizonte gebunden, andere nicht.

Verwendete Suffixe:

- | | |
|----|---|
| a | wird verwendet, um einen erkennbaren Humusanteil in unterliegenden (unter den A-Horizonten) Horizonten zu beschreiben |
| b | Horizonte mit einer leichten Verbraunung |
| hb | biogene Akkumulation organischer Substanzen im A-Horizont |
| n | weitgehend unverwittertes (Ausgangs-)Material |
| v | verändertes, angewittertes Material |

4.2 Vegetationsökologische Konzepte & Begriffe

4.2.1 Der Biotoptyp Halb-/Trockenrasen aus vegetationsökologischer Sicht

Die meisten Trockenrasen in Mitteleuropa sind erst durch menschlichen Einfluss entstanden, gäbe es in diesem Klimaraum (nördliche gemäßigte Zone) keine menschliche Aktivität, wäre mit wenigen Ausnahmen (Felsschroffen, Steinschutthalden, Lawinenbahnen, alpine Rasen etc...) ganz Mitteleuropa von Wald bedeckt (nach ELLENBERG, 2010). Die zonale Vegetation wird hier von den sommergrünen Laubwäldern gebildet, doch gerade in Österreich finden sich auch Gradienten hin zu einer offeneren Vegetation, nämlich den Waldsteppen der Ungarischen Tiefebene und schließlich den Steppen der kontinentalen Klimazone (nach ebd.).

Die wenigen primären Trockenrasen in Österreich sind also in erster Linie auf andere Faktoren zurückzuführen als auf das Klima. Diese Standorte sind aufgrund ihrer Extremheit nicht waldfähig, sie sind zu trocken um Baumwachstum zu ermöglichen, dies beruht auf den äußerst ungünstigen Bodeneigenschaften und ist oftmals auch in Kombination mit einem steilen Relief zu sehen.

In den Übergangszonen von primären Rasen zu Wald findet sich dann oftmals auch xerothermer Buschwald, welcher aber in Österreich meist ebenfalls nur kleinräumig vorhanden ist (nach JAKUSC, 1961). Aus vegetationsökologischer Sicht sind diese Übergänge ein eindeutiges Indiz dafür, dass es sich um standörtliche Veränderungen handelt, welche von einem natürlichen Offenland zu einem geschlossenen Wald vermitteln. Diese von Natur aus waldfreien Biotope sind in für sie ungünstigen großklimatischen Gebieten (hohe Niederschlagsraten und niedrige Temperaturen) auf trockenste Südhänge beschränkt (nach MUCINA & KOLBEK, 1993).

Abgesehen von diesen natürlichen Extremstandorten entstanden in Mitteleuropa in den letzten Jahrhunderten immer mehr vom Menschen geschaffene Offenflächen, welche durch Beweidung oder Mahd offengehalten wurden/werden. Erste Anzeichen für eine Ausbreitung trockenheitsliebender Arten, aufgrund der Umwandlungen von Wald in Offenland, konnte man bereits mit der menschlichen Besiedelung im Neolithikum feststellen (nach ELLENBERG, 2010).

Die meisten Halb-/Trockenrasen entstanden schließlich im Mittelalter, in diesem Zeitraum wanderten zahlreiche trocken- und kälteresistente Arten in die mittlerweile großen Offenflächen ein (nach ebd.). Die Mahd und/oder Beweidung verhinderte/n das neuerliche Aufkommen von Gehölzen und unterdrückte/n als ständige Störung die Sekundär-Sukzession.

Die vegetationsökologischen Gegebenheiten änderten sich durch diese permanenten Eingriffe markant, so „[...] wandelte sich das Klima in Bodennähe mit einer für Pflanzen wie Tiere lebensentscheidenden Ten-

denz: Vorher normal-feuchte oder mäßig trockene Böden wurden nach der Rodung zu zeitweilig recht trockenen Standorten, die im Sommer wärmer, im Winter aber auch wesentlich kälter sein können als im vergleichsweise feucht-kühlen Waldesinneren.“ ELLENBERG (2010): 881. Von nun an herrschte auf diesen Biotopen ein Mikroklima, das eher an kontinentale Steppen oder mediterrane Karstfluren erinnert (nach ebd.). Die neu entstandenen, standörtlich völlig andersartigen Biotope wurden von vielen ost- und süd-europäischen Arten (Steppen- und Karstelemente) durch deren Einwanderung geprägt und bildeten mit den schon vorhandenen Arten neue Pflanzengesellschaften aus (nach ebd.: 883).

4.2.2 Definitionen für den Begriff „Trockenrasen“

Um den Begriff Trockenrasen gab und gibt es immer noch viele Diskussionen und Definitionsversuche, Fakt ist aber, dass mit dem Begriff „Trockenrasen“ alleine keine eindeutige Ansprache eines Trockenrasen-Lebensraumes möglich sein kann. In diesem Werk wird zwar der Begriff „Trockenrasen“ der Einfachheit und der Kürze halber im allgemeinen Gebrauch immer wieder verwendet, dies heißt aber nicht, dass eine genaue Ansprache der einzelnen Lokalitäten verabsäumt wurde, vielmehr soll damit eine Abgrenzung dieser Lebensräume zum Begriff der Steppenrasen in Erinnerung gerufen werden.

WENDELBERGER G. befasst sich in seinem Werk „Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes“ ausführlich mit den verschiedenen Begriffen und Definitionen bezüglich der Steppen- und Trockenrasen, während andere Autoren wie z.B. HOLZNER W., welcher in „Natur und Land 1987“, Heft 1, den Trockenrasen als steppenartige Vegetation bezeichnet, den Begriff des Trockenrasens weiter fassen. WENDELBERGER machte verschiedene Komponenten aus, welche daran beteiligt sind, um ein Biotop als ursprüngliche/primäre oder sekundäre Steppe beziehungsweise Trockenrasen ausscheiden zu können. Einerseits ist es die Einbettung in die angrenzenden Pflanzengesellschaften beziehungsweise, wie schon MEUSEL (1940) beschrieb, die Einbettung in den Wald, andererseits spielen das Vorkommen von Reliktarten und die Position der Fläche eine bedeutende Rolle für die Beurteilung.

Demnach sieht aber WENDELBERGER z.B. die Unterscheidung in Hügel- und Ebenensteppe als weniger bedeutungsvoll an als die Differenzierung in primäre und sekundäre Form, da es die unterschiedlichen Pflanzengesellschaften der edaphischen Steppen im pannonischen Raum sowohl im Hügelland, als auch in der Ebene gibt und sich auch die „Steppe“ des Pannonikums aus sekundären Trockenrasen zusammensetzt.

Da aber auch nach all diesen Kriterien nicht immer mit Sicherheit die Entstehung einer Trockenrasenfläche beurteilt werden kann und WENDELBERGER (1954): 585 anmerkte: *„Es gibt jedoch kein allgemein gültiges*

Kriterium für die sekundäre Natur von Trockenrasen [...]“, sollte man sich auf die eigene Erfahrung verlassen und „[...] ein Fingerspitzengefühl und Einfühlvermögen in die Natur des betreffenden Vegetationskleides, [...]“ ebd.: 614 besitzen.

„Ohne Zweifel primärer Natur sind jene Pflanzengesellschaften des pannonischen Raumes, welche edaphische Reliktstandorte besiedeln – Felsen und flachgründige Felsstandorte im Hügelland, Sand- und Salzböden in der Ebene.“ WENDELBERGER (1954): 614. Solche Gesellschaften werden als Substratsteppen oder auch edaphische Steppen bezeichnet und den klimatisch bedingten Steppen(-gesellschaften) des kontinentalen Klimaraumes gegenüber gestellt. Aus diesem Grund sollte auch der Begriff „Steppe“ für diese extrazonalen Sonderstandorte und deren spezifischen Gesellschaften verwendet werden dürfen, um auch als Abgrenzung zu den Gesellschaften der Halbtrockenrasen und Trockenwiesen dienen zu können.

Die treffendste Erklärung zur Begriffsabgrenzung kam wohl von SCHRATT-EHRENDORFER: *„Besonders niedrigwüchsige Substratsteppen-Rasen vor allem trockener und nährstoffarmer Standorte werden Trockenrasen genannt, höherwüchsige Rasen an etwas günstigeren Standorten Halbtrockenrasen, die dann zu den noch produktiveren Trockenwiesen überleiten.“* (2008): 60. Eine noch genauere Definition spaltet schließlich auch die Trockenrasen selbst noch einmal in verschiedene Typen auf, demnach sind die offenen (auch im Sinne von lückig) Trockenrasen als Felssteppen oder auch Felstrockenrasen, hingegen geschlossene Trockenrasen als Rasensteppen zu bezeichnen. (nach SCHRATT-EHRENDORFER, 2008). Wüchsigere Rasensteppen leiten mit bestimmten Pflanzengesellschaften schließlich zu den Halbtrockenrasen (*Brometalia erecti*) über, welche wiederum das Zwischenglied von Trockenrasen und Trockenwiese sind.

Im gesamten Kontext gesehen ist die Beurteilung, ob ein bestimmter Trockenrasen primärer oder sekundärer Natur ist, eine sehr komplexe und eher selten eine eindeutige Angelegenheit. Das wichtigste Kriterium für ein treffsicheres Resultat dürfte die eigene, langjährige und regionale Erfahrung des jeweiligen Bearbeiters in Sachen Trockenrasen-Beurteilung sein, deshalb sollte man sich zumindest im Themenfeld des Naturschutzes im Zweifelsfall nicht unbedingt in der Fragestellung der Natürlichkeit verlieren, sondern vielmehr den aktuellen Zustand, die Seltenheit der vorgefundenen Pflanzengesellschaften und Arten und die Gefährdungssituation eben jener hervorheben.

4.2.3 FFH-Typologie

Die Beurteilung der Untersuchungsgebiete bzw. -standorte folgte der FFH-Typologie für die Ausweisung von FFH-Schutzgebieten im Zuge des Natura 2000-Schutzgebietsnetzwerkes. Diese Methodik wurde aus verschiedenen Gesichtspunkten heraus gewählt – einerseits arbeitet man so mit einer europäisch gültigen

und verbreiteten Methode, bei der es auch explizite Vorgangsweisen zur Beurteilung des Erhaltungszustandes eines Lebensraum-Typs (LRT) gibt, andererseits ergänzt man mit dieser Arbeit und deren Lebensraumbeschreibungen gleichzeitig das Wissen über bestimmte Lebensraum-Typen, deren Zustand und Verbreitung in Österreich.

Kurze Erläuterung der FFH-Typologie:

Die FFH-Richtlinie = FFH-RL (erschienen 1992) ist Teil der EU-Strategie zur „*Erhaltung und Schutz der Umwelt sowie Verbesserung ihrer Qualität*“ AEUV, Artikel 191. Gemeinsam mit der Vogelschutz-Richtlinie (VS-RL) bildet sie die Grundlage für die Ausweisung von Schutzgebieten im Natura 2000-Schutzgebietsnetzwerk. In den Artikeln der Richtlinien sind deren Ziele und die Vorgangsweisen einer Schutzgebietsausweisung erklärt. Ziel ist in erster Linie nicht die Ausweisung von Schutzgebieten, dies ist nur Mittel zum Zweck, um die Schutzgüter = Lebensraumtypen (LRT) des Anhangs I der Richtlinie und Pflanzen- und Tierarten (Anhang II der Richtlinie), aber auch die Arten des Anhangs IV in einem günstigen Erhaltungszustand zu wahren oder zu bringen(nach ELLMAUER, 2005).

Das Ziel des günstigen Erhaltungszustandes (beschrieben in Art. 1 der FFH-RL) eines Schutzgutes wird nicht nur innerhalb eines Mitgliedslandes verfolgt sondern auch auf biogeografischer Ebene, ferner noch für die gesamte natürliche Verbreitung einer Art, oder eines LRTs. Der Begriff des günstigen Erhaltungszustandes wird im Allgemeinen für die Beschreibung des Zustandes eines LRTs, oder einer Art für ein Natura 2000-Gebiet, ein Mitgliedsland, aber auch für eine biogeografische Region verwendet. Er wird in abgeleiteter Form in einzelnen Mitgliedsstaaten im Sinne des Subsidiaritäts-Prinzips bei Beschreibungen einzelner Biotope von einem bestimmten LRT verwendet, falls z.B. ein FFH-Gebiet erweitert werden soll und Kartierungen im potenziellen Erweiterungsgebiet stattfinden.

Um auf den Erhaltungszustand einzelner LRT oder Arten schließen zu können, wurde in Österreich von T. ELLMAUER (2005) ein Kriterien- und Indikatoren-System entwickelt, welches die Beurteilung des Erhaltungszustandes von Natura 2000 Schutzgütern möglich macht und sich aus der Interpretation bestimmter Artikel der FFH-RL, die sich mit dem günstigen Erhaltungszustand befassen, ableiten. Aus der Interpretation bestimmter Artikel der FFH-RL geht demnach ebenfalls hervor, dass auch von „konkreten Vorkommen“ der Erhaltungszustand zu beurteilen ist (nach ELLMAUER, 2005). Für die ebenfalls aus der RL abgeleiteten Kriterien zur Bewertung eines LRTs = Struktur und Arteninventar, wurden konkrete und messbare Indikatoren definiert und festgelegt.

Die Skalierung der Indikatoren folgt ebenso wie die am Ende stehende Gesamtbeurteilung dem ABC-Muster (A = favourable, B = unfavourable – inadequate, C = unfavourable – bad) des günstigen Erhaltungszu-

standes auf EU-Ebene und den Vorgaben zur Übermittlung der Standarddatenbögen. Die Einzelindikatoren sind je nach LRT unterschiedlicher Natur und befassen sich z.B. in Wäldern mit Totholz-Anteilen oder bei den hier bearbeiteten Trockenrasen mit der Flächengröße, der Artenzusammensetzung, den Habitatstrukturen (z.B. Auftreten von Versaumung oder Verfilzung) und den Störungszeigern (nach ELLMAUER, 2005). Um auf einen Gesamtwert der Einzelindikatoren zu kommen, wurden drei verschiedene Methoden angewandt: Logische Verknüpfung, Gewichtete Summation und Wenn-Dann-Beziehungen (vgl. ebd.). Ist zum Beispiel die Artenzusammensetzung eines Trockenrasens mit C zu beurteilen, so ist auch der Erhaltungszustand mit C zu bewerten.

4.3 Arbeitsmethoden

4.3.1 Naturschutzfachliche Bewertung (rapid assessment)

Bevor noch die Vegetationsaufnahmen und Bodenanalysen stattfanden, wurden die sechs Untersuchungsgebiete vor Ort begutachtet. Dabei entstand eine Beschreibung der Gebiete, welche eine Lagebeschreibung, die aktuellen Vegetations-Verhältnisse, besondere Schutzgüter (unter Schutz stehende Arten), Vorkommen von Störungszeiger bzw. Neophytenvorkommen, Nachbarschaftsverhältnisse (=Umgebungsanalyse) und falls vorhanden, Informationen zur Nutzungsgeschichte enthält.

Da es sich bei den untersuchten Halb-/Trockenrasen nicht nur allgemein um schützenswerte Lebensräume handelt, sondern diese im europäischen Sinne auch Schutzgüter im Sinne der FFH-Richtlinie sind, wurde schließlich anhand der vorliegenden Beschreibungen des jeweiligen Untersuchungsgebietes und Beobachtungen vor Ort eine naturschutzfachliche Bewertung in Bezug auf die FFH-RL für die einzelnen Halb-/Trockenrasen vorgenommen. Als erster Schritt wurde jedem Untersuchungsgebiet=Trockenrasen-Biotop ein LRT nach FFH-Richtlinie Anhang 1 zugewiesen und als zweiter Schritt erfolgte eine Bewertung mithilfe des Kriterien- und Indikatorensystems nach ELLMAUER -> siehe Kapitel 4.2.2. Daraus ließ sich somit für jedes Trockenrasen-Biotop ein Erhaltungszustand ableiten.

Abweichend von dieser Methode wurde in gewissen Fällen auch eine Tendenz angegeben, welche darauf aufmerksam machen soll, dass die Vergabe des Erhaltungszustandes nicht unbedingt eindeutig war, sondern der Halb-/Trockenrasen sehr wohl Tendenzen zu einem (meist schlechteren) Erhaltungszustand aufweist. Dies wurde zum Beispiel als **B** -> **C** ausgeführt. Gerade auf solch kleinen Trockenrasen ist es für den Naturschutz von hoher Relevanz zu beschreiben und schnell kenntlich zu machen, ob im aktuellen Zustand bereits Gefährdungstendenzen (z.B. stärker versaumte Bereiche oder sich ausbreitende Gebüschgruppen) vorhanden sind.

4.3.2 Sampling Design und Untersuchungsebenen

Um den Zielsetzungen dieser Arbeit gerecht zu werden, wurde nicht nur die verschiedenen Halb-/Trockenrasen an sich untersucht, sondern diese wurden auch nach einer Voruntersuchung aufgrund der unterschiedlichen, geologischen Einheiten aufgetrennt behandelt. Um im Rahmen der Möglichkeiten dieser Arbeit zu bleiben, wurden nur zwei geologische Einheiten untersucht, zum einen Biotop über Konglomerat, zum anderen Biotop über Oncophora-Schichten.

Basierend auf den in der Einleitung erwähnten Werken von Dr. Thomas Denk wurden 6 Biotop ausgewählt, welche sich in Bezug auf deren Vegetationssituation eigneten, um untersucht zu werden. Kriterien hierfür waren vor allem die „Ungestörtheit“ des Standorts (Müllablagerungen, Abbau von Gestein oder Sand...) und das Fehlen von Management (Mähen, Mulchen etc.). Die ausgewählten Biotop wurden im nächsten Schritt auf ihre geologischen Gegebenheiten hin überprüft. Da sich nach der Voruntersuchung die zwei geologischen Einheiten klar voneinander trennen ließen, erhielt somit jede der zwei geologischen Einheiten drei Untersuchungsstandorte. Somit können nicht nur die einzelnen Biotop untereinander verglichen werden, sondern es kann auch eine fundierte Aussage über die Unterschiede zwischen Trockenrasen-Biotop auf verschiedenartigem Ausgangsmaterial getroffen werden.

In jedem der sechs Biotop wurden dann vier unterschiedliche Sukzessionsstadien nach vegetationskundlichen Kriterien ausgesucht und mit GPS verortet. Auf Orthofotos wurde die Lage der Aufnahmeflächen der unterschiedlichen Sukzessionsstadien eines Untersuchungsstandortes in Form verschiedenfärbiger Punkte aus den GPS-Daten heraus digitalisiert. Die Farbgebung der Punkte folgt dabei einer Art Ampelsystem aus naturschutzfachlicher Sicht. Demnach stellt eine Aufnahmefläche mit besonders vielen typischen Trockenrasen-Arten und guter Struktur den bestmöglichen Zustand dar und erhielt die Farbe Grün. Aufnahmeflächen mit etwas dichter Struktur und stärkerer Wüchsigkeit, aber mit gutem Artenset erhielten die Farbe Blau, noch wüchsiger, dichtere Flächen erhielten die Farbe Gelb. Der schlechteste Zustand (Farbe Rot) wurde den Flächen zugesprochen, welche bereits von Verbuschung betroffen sind und im Allgemeinen auch sonst wertmindernde Eigenschaften, wie fortgeschrittene Verfilzung und Artenverarmung bzw. Ausfallen von trockenrasen-typischen Arten aufweisen.

Die vier Sukzessionsstadien:

- Stadium 1 – offene Vegetation (grüner Punkt): in den Ergebnissen mit dem Kürzel „O“ bezeichnet, wird dominiert von kleinwüchsigen Gräsern und Kräutern und/oder Zwergsträuchern, charakteristisch ist der erhöhte Offenboden-Anteil und die oft (sehr) lückige Struktur.

- Stadium 2 – niederwüchsige Vegetation (blauer Punkt): in den Ergebnissen mit dem Kürzel „N“ bezeichnet, der Bestand setzt sich überwiegend aus niederwüchsigen Gräsern und Kräutern in unterschiedlichen Dominanzen zusammen. Im Gegensatz zum Stadium 1 ist bei diesem Stadium bereits in den meisten Fällen weniger Offenboden vorhanden, der Grad der Verfilzung ist gering und das Artenset trockenrasen-typisch.
- Stadium 3 – hochwüchsige Vegetation (gelber Punkt): in den Ergebnissen mit dem Kürzel „H“ bezeichnet, es dominieren überwiegend hochwüchsige Gräser, wüchsiger Krautige können genauso im Bestand vorkommen wie einzelne Gehölzschösslinge, Offenboden ist nur in Ausnahmen vorhanden (z.B. falls der gesamte Trockenrasen in Richtung Felssteppe tendiert), die Verfilzung ist stärker ausgeprägt als in den beiden ersten Stadien, das Artenset zeigt bereits Tendenzen in Richtung mesophilerer Arten.
- Stadium 4 – verbuschte Vegetation (roter Punkt): in den Ergebnissen mit dem Kürzel „V“ bezeichnet, es dominieren im Allgemeinen Gräser und Krautige, die für einen versaumenden Trockenrasen typisch sind, maximal 10-15% der Aufnahme­fläche ist für die Deckung der Strauchschicht zulässig, die Verfilzung ist hier am stärksten ausgeprägt und Offenboden ist kaum bis keiner vorhanden, bei diesem Stadium sind nur mehr wenige Trockenrasen-Arten vorhanden, da die Vegetation bereits sehr wüchsig ist.

Gebiets- und Aufnahme­flächen-Code

Um eine gute Unterscheidbarkeit der Biotope und Ergebnisse zu gewährleisten, wurde jedem Biotop ein eindeutiges Kürzel=Code zugewiesen, welches sich aus zwei Buchstaben und einer Ziffer zusammensetzt. Da es sich bei den untersuchten Lokalitäten um die zwei geologischen Einheiten Konglomerat und Oncophora-Sande handelt, wurde den Konglomerat-Trockenrasen ein „K“ und den Oncophora-Trockenrasen ein „O“ zugewiesen. Somit ergeben sich die Kürzel K1-K2-K3 und O1-O2-O3 plus dem jeweiligen Kürzel des Sukzessionsstadiums, so heißt zum Beispiel am Biotop K1 die Vegetationsaufnahme der offenen Vegetation K1O, die der verbuschten Vegetation hingegen K1V, siehe dazu auch Tabelle 2.

Aus dieser Systematik heraus ergeben sich für die sechs Biotope insgesamt 24 Vegetationsaufnahmen, ebenso viele sind es für die Bodenprobenahme. Somit erhält man auch für jedes Sukzessionsstadium im Gesamten sechs Datensätze und jeweils drei für eine geologische Einheit.

Übersichtstabelle der Codes

Name des Untersuchungsgebiet:	Geologische Einheit und Code:	Gebietscode:	Sukzessionsstadium:	Kürzel des Stadiums:	Code der Aufnahme­fläche
Getzersdorf	Konglomerat / K	K1	offen	O	K1O
			nieder	N	K1N
			hochwüchsig	V	K1H
			verbuschend	H	K1V
Groß-Rust	Konglomerat / K	K2	offen	O	K2O
			nieder	N	K2N
			hochwüchsig	V	K2H
			verbuschend	H	K2V
Schauerberg	Konglomerat / K	K3	offen	O	K3O
			nieder	N	K3N
			hochwüchsig	V	K3H
			verbuschend	H	K3V
Oberndorf/Gebirge	Oncophora / O	O1	offen	O	O1O
			nieder	N	O1N
			hochwüchsig	V	O1H
			verbuschend	H	O1V
Großer Kölbling	Oncophora / O	O2	offen	O	O2O
			nieder	N	O2N
			hochwüchsig	V	O2H
			verbuschend	H	O2V
Hoher Kölbling	Oncophora / O	O3	offen	O	O3O
			nieder	N	O3N
			hochwüchsig	V	O3H
			verbuschend	H	O3V

Tabelle 2: Übersichtstabelle - Gebiets- und Aufnahme­flächen­codes

Diesem Sampling Design folgend lassen sich daher folgende **Untersuchungsebenen** ableiten:

- **Ebene 1: Geologische Einheiten** – zu jeder Einheit gehören drei Biotope, daraus ergibt sich die Möglichkeit festzustellen, ob sich die beiden geologischen Einheiten boden- und vegetationskundlich voneinander unterscheiden lassen
- **Ebene 2: Biotope/Untersuchungsgebiete** – jeweils 4 Aufnahmen- und Probestellen pro Untersuchungsgebiet/Biotop ergeben die Grundlage, um die Biotope untereinander vergleichen zu können und mögliche Unterschiede herauszuarbeiten, auch innerhalb einer geologischen Einheit

- **Ebene 3: Sukzessionsstadien** – aus einer Aufnahmefläche pro Sukzessionsstadium und Untersuchungsgebiet/Biotop ergeben sich insgesamt sechs Aufnahmeflächen für jeweils ein Sukzessionsstadium, mit diesen Daten kann man bei vergleichenden Analysen mögliche Unterschiede zwischen den einzelnen Stadien sowohl im vegetations- als auch bodenkundlichen Sinne identifizieren.

4.4 Erhebung der Bodenparameter

Die Untersuchung des Bodens und seiner Parameter wurde anhand feldbodenkundlicher Methoden und im Labor mit den für die einzelnen Parameter entsprechenden Analysemethoden durchgeführt.

4.4.1 Feldbodenkundliche Methodik

In der vorliegenden Arbeit wurde vor allem aus naturschutzfachlichen Gründen auf die Grabung von richtigen Bodenprofilen verzichtet. Stattdessen wurden mit einem Pürckhauer-Bohrer jeweils neben den Vegetationsaufnahmen Proben geworben und bestimmt. Die Vorteile dieser Methode liegen in der minimalen Zerstörung der Trockenrasenfläche und dem Erhalt einer Probe, welche den in seiner Lagerung ungestörten Bodenaufbau zeigt.

Mit dem geworbenen Inhalt des Bohrstockes wurden folgende pedologische Merkmale beschrieben:

- Horizonte und ihre Mächtigkeit
- Gründigkeit
- Textur
- Wasserverhältnisse
- Ausgangsmaterial
- Bodentyp

Die Textur wurde allerdings auch mit einer Korngrößenanalyse im Labor bestimmt, da eine absolute Ansprache der einzelnen Fraktionen im Feld nicht möglich ist.

Anhand der Bohrstockproben wurde der Bodentyp festgelegt und das Ausgangsmaterial, welches der dort vorherrschenden geologischen Einheit entsprechen sollte, kontrolliert. Als Basis für die Eingliederung in einen Bodentyp diente die „Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011“ NESTROY et al. (2011) und der „Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs“ KILIAN (2015).

4.4.2 Probenahme für Laboranalytik

Für die Laboruntersuchungen wurde neben den jeweiligen Vegetationsaufnahmen eine kleine Grube (ca. 30 x 30 cm) ausgehoben, aus welcher dann, entsprechend einer Tiefenstufen-Beprobung, von jeder Tiefenstufe eine Menge von circa 500 Gramm Bodenmaterial entnommen wurde. Die Tiefenstufen gliedern sich in: 0-5cm, 5-10cm und 10-20cm, welche auch schon von MUTSCH (o.J.) für eine Waldbodenprobenahme verwendet wurden. Dies ist eine gängige Methode in der Mineralbodenuntersuchung und lässt daher auch eine gute Verwertbarkeit in der Statistik zu.

Im Labor wurden die Bodenproben durch ein genormtes Sieb gerüttelt und somit in Feinboden (< 2mm) und Skelett (> 2mm; entspricht Steinen, Kies etc.) aufgetrennt. Der Skelettanteil, in dem auch größere Wurzelstücke enthalten sind, wurde verworfen und der Feinboden wurde mit einer fortlaufenden Nummer versehen und in Schachteln abgepackt.

Im Zuge der Probenahme im Feld wurde mit Hilfe der Probenahme-Gruben der Grobstoffanteil (Steingehalt) des Bodens bestimmt. Dazu wurde vor der Werbung des Bodenmaterials die Grubenwand gerade abgestochen, von Pflanzen- und Wurzelresten gesäubert und anschließend der Steingehalt des jeweiligen Horizonts geschätzt.

4.4.3 Laboranalytische Bodenparameter

Im Labor wurden folgende Bodenparameter bestimmt:

- Wasserhaltekapazität
- Korngrößenverteilung/Fractionen
- Karbonatgehalt
- pH-Wert
- Organischer Kohlenstoff und Gesamt-Kohlenstoff
- Gesamt-Stickstoff
- C/N Verhältnis
- Humusgehalt
- Gehalt an wasserlöslichen Anionen, insbesondere Phosphaten

4.4.3.1 Bestimmung der Wasserhaltekapazität des Feinbodens (WHK)

Um die Wasserhaltekapazität des Feinbodens zu messen, muss die Probe feldfeucht sein. 15g einer Probe wurden in einen Papierfilter gegeben und mit Wasser überstaut. Nachdem die Proben völlig gesättigt waren, wurde das überschüssige Wasser abgelassen, sofort nach dem Abtropfen wurden die Proben mitsamt

dem Filter gewogen und danach gemeinsam im Ofen getrocknet, um danach abermals gewogen werden zu können. Nun wurde anhand einer Berechnung aus den verschiedenen erhobenen Werten die Wasserhaltekapazität errechnet. Gesamte Methodik angelehnt an FORSTREUTER (1999)

Da die Analyse der Mischproben (= alle drei Tiefenstufen im Verhältnis 1:1:2 vermischt) extrem hohe Varianzen ergeben hat, wurden schließlich die Tiefenstufen der Standorte (= z.B. Tiefenstufe 0-5 cm aller Sukzessionsstadien eines Standortes) einzeln beprobt. Somit ergaben sich für einen Standort insgesamt drei Werte, für jede Tiefenstufe einer. Daher war es zwar nicht möglich einzelne Sukzessionsstadien auf ihre Unterschiede hin zu analysieren, aber der Standortvergleich und der Vergleich der geologischen Einheiten blieb möglich.

4.4.3.2 Bestimmung der Korngrößenverteilung (nach ÖNORM L 1061-2)

Die Korngrößenklassen (Fraktionen) des Feinbodens (<2mm) werden aufgrund ihrer Partikelgröße (Sand 0,063-2mm; Schluff 0,002-0,063 und Ton <0,002) in einem physikalischen Verfahren getrennt und bestimmt. Mittels Dispersionslösung (Tetranatriumdiphosphat) werden vorhandene Aggregate im Feinboden aufgelöst, um die einzelnen Korngrößen bestimmen zu können.

Es wurden 10,0g lufttrockener Feinboden eingewogen, mit 25ml einer $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ Tetranatriumdiphosphat-Lösung versetzt und über Nacht stehen gelassen. Anschließend erfolgte eine Nasssiebung (0,063mm Sieb), welche die Sand-Fraktion abtrennte. Danach wurden durch die Sedimentationsanalyse (Absaugen der unterschiedlichen Fraktionen aus der Suspension nach bestimmten Fallzeiten) die verbleibenden Fraktionen Schluff und Ton aufgetrennt. Alle Fraktionen wurden nach der Auftrennung einzeln getrocknet und gewogen.

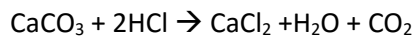
Gerät: für Nasssiebung -> Normsieb (0,063mm Maschenweite)

für Sedimentationsanalyse -> Glaskolben mit KÖHN-Pipette und Wasserstrahlpumpe

Aufgrund des hohen Gehalts an organischer Substanz vieler Bodenproben in dieser Arbeit wurde entschieden, nur die Proben der Tiefenstufe 10-20 cm in ihrer Korngrößenverteilung zu analysieren.

4.4.3.3 Bestimmung des Carbonatgehalts (nach ÖNORM L 1084)

Die Carbonate wurden durch Salzsäure zerstört, das dabei entstehende CO_2 wurde nach Scheibler gasvolumetrisch bestimmt:



Durchführung:

0,50-2,00 g Feinboden wurden in das Reaktionsgefäß eingewogen und mit verdünnter HCl versetzt. Das entstehende CO₂ wurde mit Hilfe einer Scheiblerapparatur gemessen.

Mithilfe einer Formel (siehe ÖNORM L 1084) wurde der Carbonatgehalt in mg/g TM berechnet.

Gerät: Scheiblerapparatur

4.4.3.4 Bestimmung des pH-Wertes (nach ÖNORM L 1083)

Gemessen wurde die potentielle Acidität, das heißt alle Wasserstoffionen in der Bodenlösung inklusive den Wasserstoffionen, welche mithilfe von CaCl₂ (Neutralsalz) kurzfristig austauschbar gemacht wurden. Der Feinboden wurde im Volumenverhältnis 1 + 5 mit 0,01 M CaCl₂-Lösung in einem Becherglas versetzt (5 ml Boden + 25 ml Lösung), mit einem Glasstab gut gemischt und mindestens 2 Stunden zugedeckt stehengelassen. Danach wurde die Suspension erneut mit einem Glasstab bzw. Magnetrührer durchmischt und nach dem Absetzenlassen gemessen.

Gerät: Probenwechsler mit Mikro-Glaselektrode und Magnetrührer

4.4.3.5 Bestimmung des organischen Kohlenstoffs (nach ÖNORM L 1080)

Der organische Kohlenstoff wird durch die Subtraktion des Carbonat-Kohlenstoffs (siehe „Bestimmung des Carbonatgehalts“) vom Gesamt-Kohlenstoff (erfasst durch das Gerät LECO TruMac) ermittelt. Bei carbonatfreien Böden entfällt diese Differenzbildung. „Die Bestimmung des Gesamt-Kohlenstoffgehalts erfolgt nach Überführung des organischen Kohlenstoffs in CO₂ durch vollständige Oxidation bei 1250 °C auf trockenem Weg im Sauerstoffüberschuss und nach der thermischen Dissoziation der Carbonate“ AW 3/05 BFW Wien (2005). Die Bestimmung des entstandenen CO₂ erfolgt mithilfe der IR-Detektion.

Je nach Humusgehalt wurden 0,20-1,00 g Probe eingewogen und mithilfe des Elementaranalysators LECO TruMac untersucht.

Gerät: LECO TruMac

4.4.3.6 Bestimmung des Gesamtstickstoffs (nach ÖNORM L 1095)

Der Gesamtstickstoff-Gehalt wird im Zuge der Oxidation auf trockenem Weg im Sauerstoffstrom bestimmt. Die trockene Verbrennung erfolgt bei einer Temperatur von 1250 °C. Dabei entstehen N₂ und NO_x, welche mit Helium als Trägergas durch einen Katalyseofen geleitet werden, wo NO_x zu N₂ reduziert wird. Nach Entfernung des CO₂ und H₂O wird das He/N₂-Gasgemisch in einer IR-Messzelle gegen reines Helium gemessen.

Je nach Humusgehalt wurden 0,20-1,00 g Probe eingewogen und mithilfe des Elementaranalysators LECO TruMac untersucht.

Gerät: LECO TruMac

4.4.3.7 Bestimmung des C/N Verhältnisses

Die Bestimmung des C/N Verhältnisses beruht auf den gemessenen Werten des Gesamt-Stickstoffgehaltes und des organischen Kohlenstoffgehaltes. Die Division von organischem Kohlenstoff durch den Gesamt-Stickstoff ergibt das C/N Verhältnis der jeweiligen Probe.

4.4.3.8 Bestimmung des Humusgehalts (nach ÖNORM L 1080)

Der Humusgehalt der Bodenproben wurden durch die Multiplikation des organischen Kohlenstoffs (siehe „Bestimmung des organischen Kohlenstoffs“) mithilfe des Faktors 1,72 errechnet. Diesem Faktor liegt die Annahme zugrunde, dass der mittlere Kohlenstoff-Gehalt 58% der organischen Substanz im Boden entspricht.

4.4.3.9 Anionen-/Phosphatmessung (nach ÖNORM L 1092)

Mittels einer Wasserextraktion wurden wasserlösliche Anionen im Feinboden bestimmt.

Dazu wurden 10,0g lufttrockener Boden mit 100ml dest. H₂O versetzt und über Nacht stehen gelassen. Vor der anschließenden Analyse wurden die Proben aufgeschüttelt, zentrifugiert und durch einen 0,45µm Cellulose Acetate Filter filtriert. Die fertig vorbereiteten Proben wurden mithilfe eines Ionenchromatografen analysiert.

Gerät: Dionex ICS-1000 Chromatography System

Da sich in basischen Böden die Phosphat-Bestimmung als sehr schwierig erweist und sowohl die CAL- (Calcium-Acetat-Lactat) als auch die DL- (Doppel-Lactat) Extraktion aufgrund des hohen pH-Wertes nicht funktionieren, wurde auf die Wasserextraktion ausgewichen. Mit dieser Methode lassen sich jedoch nur die mit Wasser löslichen Phosphat-Anionen bestimmen.

4.5 Vegetationserhebungen

4.5.1 Aufnahmeflächen & Begehungen

Die Größe der Aufnahmeflächen wurde mit 2x2m festgelegt und entspricht somit 4m². Sie wurde deshalb auf so kleinem Niveau gehalten, um genaue Aufnahmen eines Sukzessionsstadiums selbst auf einem sehr heterogenen Halb-/Trockenrasen erzielen zu können.

Die ausgesuchten Flächen wurden jeweils mit zwei rot eingefärbten Eisenstäben, welche auf den diagonalen Eckpunkten einer Aufnahmefläche eingeschlagen wurden, gekennzeichnet. Die Stäbe dienten somit nicht nur der leichteren Wiederfindung der Flächen, sondern auch als Anlegepunkte für den Holzrahmen, welcher die 4m² Fläche darstellte -> siehe Abbildung 12.



Abbildung 12: Beispiel einer Vegetationsaufnahme am Großen Kölbling

Insgesamt wurden die einzelnen Lokalitäten/Biotope dreimal begangen, um im Laufe einer Vegetationsperiode das gesamte Pflanzenspektrum auffinden zu können. Im Frühjahr fanden die Begehungen Mitte bis Ende März statt, im Zeitraum Mai bis Juni folgte die Hauptaufnahme und gegen Ende Juli, Anfang August folgte ein dritter Begang, um eventuelle Spätblüher auszumachen, beziehungsweise um die geschätzten Deckungswerte kontrollieren zu können.

Im Zuge dieser Begehungen und Aufnahmen wurden nicht nur die Arten und deren Deckung aufgenommen sondern auch weitere Variablen „side parameters“. So ist zum Beispiel die Gesamtdeckung der jeweiligen Aufnahme­flächen, deren Gegenpart (die verbliebenen Prozenten) vom Offenboden gebildet wird bei der Hauptaufnahme miterhoben. Ein weiterer Parameter, der ebenso die Vegetationserhebung be­trifft, ist die Verfilzung, sie wurde ebenfalls absolut geschätzt und in Prozent angegeben. Mit den Aufnah­men an sich nichts zu tun hatte die Messung der Inklinat­ion einer Fläche (Messung in Grad), sie wurde aufgenommen, um überprüfen zu können, ob dieser Faktor etwas mit der Inhomogenität (Veränderungen in der Vegetation) zwischen den einzelnen Sukzessionsstadien zu tun hat oder nicht.

4.5.2 Deckungsskala

Die Aufnahmen folgen in leicht abgeänderter Form der Skala von Londo (siehe Tabelle 3), welche von GLAVAC V. (1996) im Buch „Vegetationsökologie: Grundfragen, Aufgaben, Methoden“ beschrieben ist. Die Änderung im Vergleich zur Original-Skala beinhaltet nur die Streichung zweier Stufen im mittleren Bereich der Skala, die ohnehin eine Überschneidung eines Wertebereiches darstellten.

Für die vorliegende Arbeit wurde die Londo-Skala, vor allem aufgrund der wesentlich feineren Aufgliederung im unteren Bereich (kleine Prozentbereiche = geringe Deckungen), gewählt, in diesem Punkt unterscheidet sich die Londo-Skala doch markant von Braun-Blanquet und eignet sich daher wesentlich besser für sehr exakte Abschätzungen auf kleinen Aufnahmeplots.

Skalenwert	Deckung in %
0,1	<1
0,2	1-3
0,4	3-5
1	5-10
2	10-15
3	15-25
4	25-35
5	35-45
6	45-55
7	55-65
8	65-75
9	75-85
10	85-95
11	95-100

Tabelle 3 : Deckungsskala in Anlehnung an Londo

4.6 Datenauswertung und -analyse

4.6.1 Transformation der Vegetationsdaten

Abundanzen

Für die statistischen Auswertungen wurde die verwendete Skala transformiert. Verwendet wurden schließlich nur die Zahlen, welche in der unten angeführten Tabelle in der Spalte „Transformierte Werte“ zu finden sind, siehe dazu Tabelle 4. Im unteren Drittel der Skala (niedrige Deckungsgrade) werden somit in der Statistik klarere Ergebnisse erzielt, ebenso ist die Verwendung von Absolutwerten gängige Praxis in der Analyse von Vegetationsdaten.

<u>Verwendete Skala:</u>		
Skalenwert	Deckung in %	Transformierte Werte der Deckung
0,1	<1	1
0,2	1-3	2
0,4	3-5	4
1	5-10	8
2	10-15	13
3	15-25	18
4	25-35	30
5	35-45	40
6	45-55	50
7	55-65	60
8	65-75	70
9	75-85	80
10	85-95	90
11	95-100	98

Tabelle 4: Skalentransformation für Statistik

Präsenz/Absenz

Die so entstandene Datenmatrix aus allen Vegetationsaufnahmen und deren Arten sollte aber auch dazu dienen, herauszufinden, inwiefern Arten auf gewissen Aufnahmeflächen bzw. Sukzessionsstadien oder auch Biotopen vorhanden sind oder eben nicht, daher wurde eine zweite Matrix angefertigt, in der die Abundanzen in Präsenz/Absenz Werte (0 oder 1) transformiert wurden.

4.6.2 Statistische Methoden

Für sämtliche statistische Auswertungen der aus den Vegetationsaufnahmen und Bodenanalysen hervorgegangenen Daten wurde das Statistik-Programm PAST 3 verwendet. Die Daten wurden vor den statistischen Tests überprüft, ob sie einer Normalverteilung folgen oder nicht. Dies geschah mit Histogrammen und dem Shapiro-Wilk Test. Wurde eine Normalverteilung festgestellt, folgte eine ANOVA bei Überprüfung eines univariaten Ansatzes. Stellte sich der Levene's Test, zur Überprüfung der Varianzhomogenität als negativ heraus, wurde in den Fällen mit mehr als zwei unabhängigen Datenreihen (Biotope und Sukzessionsstadien) fallweise noch ein post-hoc Test durchgeführt, um herauszufinden, bei welchen Paaren sich eine Signifikanz ergeben hat. Berechnete der Levene's Test allerdings einen signifikanten p-Wert und deutet somit auf eine inhomogene Varianzverteilung innerhalb der Daten hin, so wurde die ANOVA verworfen und auf den Kruskal-Wallis Test zurückgegriffen, welcher als Rang-Test robust gegen nicht-parametrische Daten und Varianz-Unterschiede ist. Waren die Daten von vornherein nicht normalverteilt und konnten auch durch eine Transformation nicht normalisiert werden, wurde ebenfalls der Kruskal-Wallis Test verwendet. Bei praktisch allen Tests wurden auch Boxplots erstellt, welche einen visuell guten Einblick über die Signifikanzen und Spannweiten der Daten liefern. Die Sichtung dieser Plots dient auch als eine Art Kontrolle der errechneten Tests.

Bei den Korrelationen war ebenfalls die Normalverteilung der Daten entscheidend darüber, welche Methode angewandt wurde. Des Weiteren gab aber auch die Betrachtung der Datenwolke (elliptisch oder nicht) Aufschluss über die weitere Vorgehensweise. Je nachdem wurde dann eine Korrelation nach Pearson oder Spearman durchgeführt. Weiterführend wurde auch noch r^2 als Bestimmtheitsmaß berechnet, um Kenntnis über das „Maß des Zusammenhangs“ der Korrelation zu erlangen. Der Wert r^2 erklärt, wieviel Prozent der beobachteten Varianz durch die Korrelation erklärt werden können.

Die Bodenparameter wurden vor der Verwendung in den Ordinationen einer PCA (Principal Component Analysis) unterzogen, um die einzelnen Variablen auf ihre Unabhängigkeit voneinander zu überprüfen. Sämtliche Variablen mussten dazu logarithmiert und standardisiert (= z-transformiert) werden.

Für die Analyse der Vegetationsdaten und nachfolgend auch für die Verschneidung von Vegetations- und Bodendaten wurden multivariante Verfahren in Form von Ordinationen eingesetzt. Die Daten aus den Vegetationsaufnahmen, welche den Abundanzen der Arten entsprechen, wurden dafür genauso verwendet wie auch die in Präsenz-Absenz-Daten (1 – 0) transformierte Matrix.

Mit NMDS-Ordinationen (nonmetric multidimensional scaling) wurden die Daten der Vegetation auf ihre Unterschiede hin untersucht, als Gruppierungsvariable dienten jeweils die Kennnummern der drei Untersuchungsebenen (z.B. K und O für die geologischen Einheiten). Als Ähnlichkeitsindizes (similarity index)

wurde der Bray Curtis-Index für die Abundanzdaten verwendet und der Sörensen-Index (Dice-Index) bei den Präsenz-Absenz Daten.

Die wichtigsten Ordinationen befassten sich mit der Verschneidung von ausgesuchten Bodenparametern und den Vegetationsdaten. Mit CCA (canonical correspondence analysis) wurde ausgetestet, welche Parameter eine Rolle spielen und wie groß ihr Einfluss auf die Vegetation ist, beziehungsweise welche Vegetationsaufnahmen sich bei welchen Vektoren (Parametern) clustern und wie aussagekräftig der jeweilige Vektor ist. Die Bodenparameter mussten dazu einheitlich auf die dieselbe Anzahl gebracht werden, als es Untersuchungsflächen gab. Folgedessen war teilweise eine Mittelung der Werte (= Mittelwert aus den drei Werten der drei Tiefenstufen) nötig. Somit ergab sich für die 24 Aufnahmeflächen jeweils ein Wert für jede Aufnahmefläche.

Eine durchaus mögliche räumliche Autokorrelation, in diesem Fall wäre es die Annahme, dass die Ähnlichkeit der Vegetation auf der räumlichen Verteilung der Flächen beruht und nicht auf den lokalen Standortbedingungen, wurde mithilfe eines Mantel-Tests untersucht. Als Ähnlichkeitsindizes dienten wieder der Bray-Curtis-Index und für die Distanz-Matrix der Euclidean-Index. Um den tatsächlichen Einfluss der räumlichen Komponente festzustellen, wurde danach noch ein partieller Mantel-Test durchgeführt, in dem neben der Vegetations- (Bray-Curtis Index) und Bodenparameter-Matrix (Euclidean-Index) die Distanz-Matrix (Euclidean-Index) als dritte Komponente fungiert. Dieser Test berücksichtigt bei der Korrelation zwischen Vegetation und Boden somit auch die Ähnlichkeiten der räumlichen Komponente.

5 Ergebnisse:

5.1 Naturschutzfachliches „rapid assessment“

Da die Halb-/Trockenrasen in den Untersuchungsgebieten allesamt bereits seit einem längeren Zeitraum nicht mehr genutzt/gemanagt werden, ist von vornerein kein naturschutzfachlich zufriedenstellender Zustand zu erwarten, umso interessanter war es zu sehen, dass auf fast allen Biotopflächen noch etliche charakteristische Arten erhalten sind. Allerdings ist auch ausnahmslos auf allen Biotopen die fortschreitende Sukzession in Form der drei V (Versaumung, Verbuschung und Verarmung) sichtbar, wobei die Versaumung zumindest auf den untersuchten Halbtrockenrasen keine so große Rolle spielt wie die Verbuschung.

Hervorzuheben sind der Trockenrasen-Komplex in Oberndorf am Gebirge und der Halbtrockenrasen am Hohen Kölbling, ersteres Biotop beherbergt zumindest in Teilflächen die lückigste Bestandsstruktur (*Stipa eriocalis*, *Botriochloa ischaemum*, *Allium flavum*) und wurde somit, wenn auch nur in diesen kleinen Bereichen, als einzige Fläche mit dem Erhaltungszustand A bewertet. Insgesamt erhielt dieser Trockenrasen-Komplex dennoch den Zustand B, aufgrund des doch schon stärker ausgeprägten Vorkommens der Schlehe in den restlichen (weitaus) größeren Teilbereichen des Biotops und vor allem wegen der bereits eingewanderten Neophyten in den Trockengebüschen innerhalb des Trockenrasen-Komplexes. Sehr große Gefahr für dieses überaus schöne Trockenrasen-Biotop geht von eben diesen Neophyten aus (*Ailanthus* und *Robinia*), welche bereits eine hohe Vorkommensdichte am restlichen Hang in Oberndorf am Gebirge aufweisen.

Andererseits bemerkenswert ist die Artengarnitur des Halbtrockenrasens am Hohen Kölbling, trotz seiner eher geringen Größe (Terrassenform) und O-Exponiertheit beherbergt er die einzige noch größere Orchideenpopulation (*Neotinea tridentata*), auch das Vorkommen von *Gentiana crutiana* ist hervorzuheben. Allerdings spielt in diesem Biotop die Versaumung eine größere Rolle als auf den anderen Halb-/Trockenrasen-Biotopen, die Vegetation ist durchaus hochwüchsig und im Rasen kommt *Crataegus monogyna* auf. Als Gesamtwert wurde aufgrund des Artensets und der dennoch akzeptablen Größe (1.200 m²) ein B vergeben, jedoch mit Tendenzen Richtung C.

Des Weiteren wurden alle Untersuchungsgebiete/Biotope auf Konglomerat (Getzersdorf, Großrust und Schauerberg) mit dem Erhaltungszustand B beurteilt. Wobei der Trockenrasen-Komplex am Schauerberg tendenziell noch am „schönsten“ ist und mit seiner Größe von knapp über 10.000 m² von den anderen beiden heraussticht. Dennoch wurde dieses Biotop aufgrund der teils schon flächendeckenden Verbuschung und Vorkommen von Störungszeigern mit einem B beurteilt und die negativen Aussichten in Form einer Tendenz zu Zustand C angemerkt.

Beim Halbtrockenrasen in Groß-Rust wirkt die Vegetationsstruktur am homogensten, eine starke Dominanz von *Bromus erectus* ist zuerkennen und der Bestand ist an sich doch recht hoch- und dichtwüchsig, jedoch noch großflächig offen und ohne merkliche Verbuschungsinseln. Auch das Artenset ist noch gut ausgeprägt mit Arten wie *Cyanus triumfettii*, *Pulsatilla grandis*, *Eryngium campestre* und *Muscari neglectum* und vor allem mit der westlichsten Lage und Nähe zum Dunkelsteiner Wald (äußerstes Randpannonikum) naturschutzfachlich als hochrangig zu bezeichnen. Nach der Bewertung durch die Ellmauer-Indikatoren erhält dieser Halbtrockenrasen den Erhaltungszustand B.

Das Untersuchungsgebiet/Biotop in Getzersdorf besitzt zwar mit z.B. *Jurinea mollis*, *Inula ensifolia* und *Teucrium montanum* ein etwas anderes Artenset und der Halbtrockenrasen wirkt bei weitem nicht so homogen, jedoch ist er weitaus stärker verbuscht und teilweise bereits auch versauert. Daher erhielt er den Erhaltungszustand B mit Tendenzen zu C.

Den schlechtesten Zustand besitzt das Halbtrockenrasen-Biotop am Großen Kölbling. Das Artenset ist zwar mit *Pulsatilla grandis* und *Botriochloa ischaemum* u.a. teilweise noch hochwertig, dennoch ist der Gesamtzustand bereits als schlecht zu bewerten, da es kaum noch offene und niederwüchsige Bereiche gibt, auf der ganzen Fläche wachsen Gebüschgruppen und die Versaumung ist bereits in einem fortgeschrittenen Stadium, welches sich am durchaus starken Aufkommen von *Calamagrostis epigejos* zeigt. Eine Beeinträchtigung (vor allem mit *Calamagrostis epigejos*) in diesem Ausmaß wurde in keinem anderen Biotop festgestellt und ist mit ein Grund für die einzige Vergabe des Erhaltungszustandes C.

Übersichtstabelle: Untersuchungsgebiete mit ausgewiesenen LRT und Erhaltungszustand

Untersuchungsgebiet:	Gebietscode	Lebensraumtyp (LRT):	Erhaltungszustand:
Getzersdorf	K1	6212	B -> C
Groß-Rust	K2	6212	B
Schauerberg	K3	6212	B -> C
Oberndorf/Gebirge	O1	6212 6240 (in Teilbereichen)	B / A (nur in Teilbereichen)
Großer Kölbling	O2	6212	C
Hoher Kölbling	O3	6212	B -> C

Tabelle 5: Untersuchungsgebiete und ihr Erhaltungszustand

Aufschlüsselung des Erhaltungszustandes (Ellmayer-Indikatoren)

Getzersdorf (K1)	Flächengröße Artenzusammensetzung Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen Störungszeiger	B A B B	B
Groß-Rust (K2)	Flächengröße Artenzusammensetzung Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen Störungszeiger	B B B B	B
Schauerberg (K3)	Flächengröße Artenzusammensetzung Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen Störungszeiger	B A B C	B
Oberndorf/Gebirge (O1)	Flächengröße Artenzusammensetzung Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen Störungszeiger	B A A C	B
Großer Kölbling (O2)	Flächengröße Artenzusammensetzung Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen Störungszeiger	B B C C	C
Hoher Kölbling (O3)	Flächengröße Artenzusammensetzung Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen Störungszeiger	B A B B	B

Tabelle 6: Aufschlüsselung des Erhaltungszustandes der Untersuchungsgebiete/Biotop

5.2 Deskriptive Vegetationsdaten

Auf den insgesamt 24 Aufnahmeflächen wurden 121 verschiedene Pflanzenarten gefunden. Dabei ist die Aufnahmefläche K3O (Schauerberg) mit 35 Arten am diversesten und die Aufnahmefläche O1V (Oberndorf am Gebirge) mit 14 Arten am artenärmsten, siehe dazu auch die nachstehende Tabelle 7. Die Abbildungen 14-17 zeigen am Beispiel des Trockenrasen-Komplexes in Oberndorf am Gebirge das unterschiedliche Aussehen der vier Sukzessionsstadien.

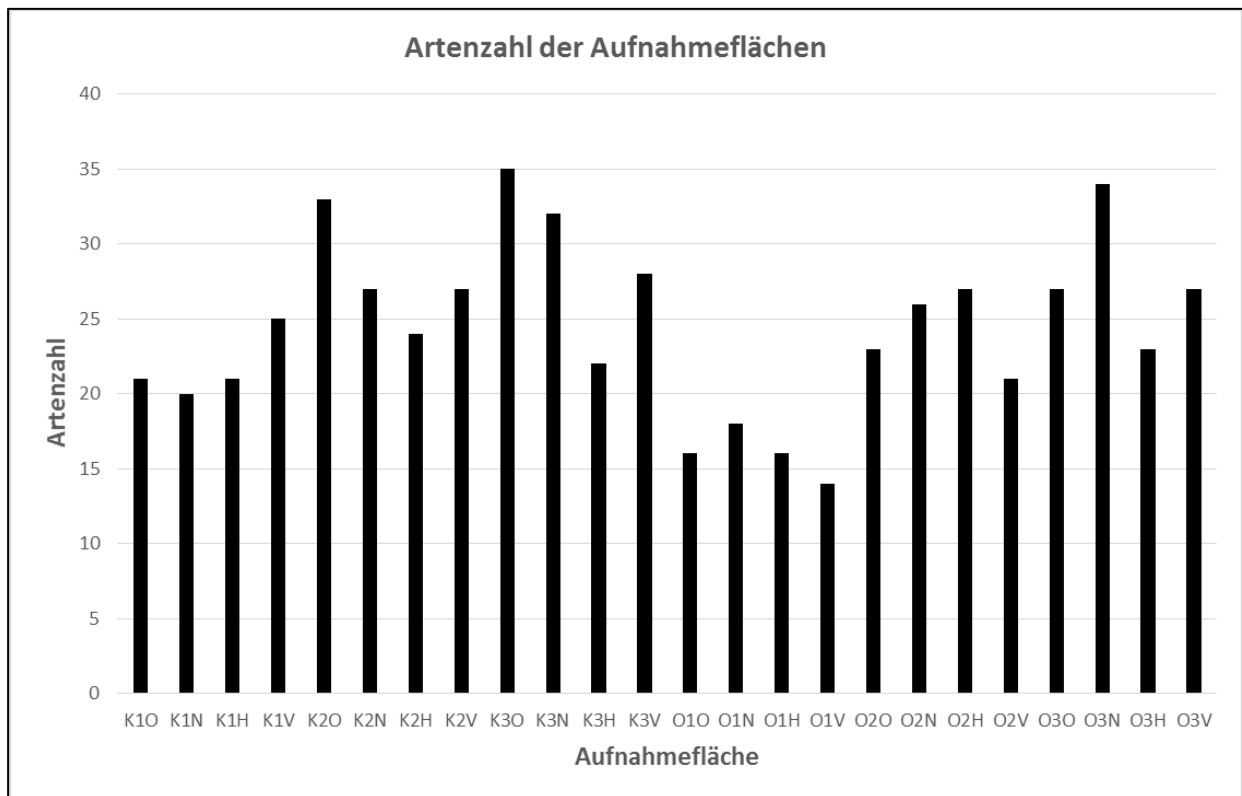


Abbildung 13: Artenzahl der Aufnahmeflächen (Diagramm)

Vergleich der Sukzessionsstadien am Beispiel Oberndorf am Gebirge (O1O)



Abbildung 14: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "offen" (O1O)



Abbildung 15: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "niederwüchsig" (O1N)



Abbildung 17: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "hochwüchsig" (O1H)



Abbildung 16: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "verbuschend" (O1V)

Analysen zu den Werten der **Gesamtdeckung** ergaben, betrachtet man die Testergebnisse zu den geologischen Einheiten und den Biotopen, keine signifikanten Unterschiede innerhalb dieser Untersuchungsebenen, demnach ist die Gesamtdeckung der Vegetation auf den Aufnahmeflächen der Konglomerat-Biotope nicht wesentlich abweichend von denen der Oncophora-Biotope und auch die Biotope untereinander sind bezüglich der Gesamtdeckung nicht unterscheidbar. Auf der Untersuchungsebene der Sukzessionsstadien zeigte sich allerdings, dass es hier einen Gradienten in der Gesamtdeckung der Vegetation gibt. Das Sukzessionsstadium „offen“ weist demnach die geringste Deckung auf und ist zum Stadium „verbuschend“ eindeutig unterscheidbar. Im Mittel weisen die „offenen“ Aufnahmeflächen eine Deckung von 96,8 % auf, hingegen erreichen die „verbuschenden“ Flächen einen Gesamtdeckungsgrad von 99,7 %.

Mit dem **Offenboden-Anteil** verhält es sich demnach genau umgekehrt, dieser Parameter zeigt somit einen abnehmenden Gradienten in Richtung „verbuschendes“ Stadium. Während das Sukzessionsstadium „offen“ im Mittel 3,2 % Offenboden besitzt, verfügen das Stadium „verbuschend“ nur mehr über einen marginalen Offenboden-Anteil von 0,3 %. Aufgrund der direkten Korreliertheit zur Gesamtdeckung zeigt auch dieser Parameter in den anderen beiden Untersuchungsebenen keine nennenswerten Ergebnisse. Tests zur **Verfilzung** der Aufnahmeflächen brachten hinsichtlich Unterschiede zwischen den Sukzessionsstadien keine Signifikanz ($p = 0,25$). Ein klareres Bild zu diesem negativen Testergebnis erhält man, wenn man sich die Ergebnisse zur Untersuchungsebene der Biotope ansieht ($p = 0,01$). Der Boxplot zeigt die deutlich stärkere Verfilzung bei den Biotopen O2 und O3 und auch, dass das Biotop O1 innerhalb der Oncophora-Trockenrasen abtrennbar ist (Abbildung 18).

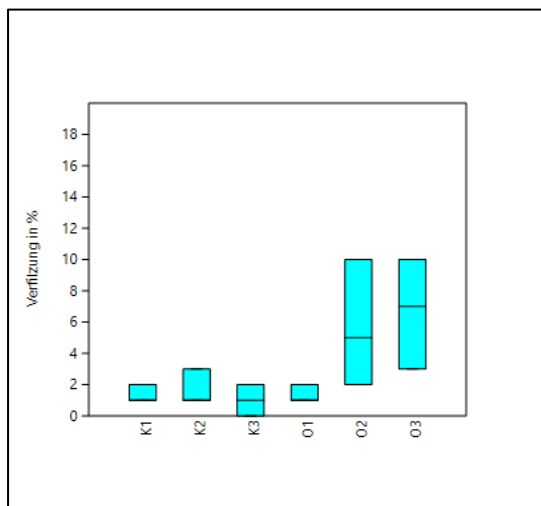


Abbildung 18: Boxplot - Verfilzung der Biotope

Wegen der starken Abweichung bei zwei von drei Oncophora-Trockenrasen, errechnete der Kruskal-Wallis Test ($p = 0,01$) auch für die geologischen Einheiten ein signifikantes Ergebnis. Obwohl O1 den Konglomerat-Trockenrasen hinsichtlich der Verfilzung praktisch ident ist (geringe Verfilzung), wurde aufgrund von O2 und O3 eine offenbar stärkere Verfilzung von Oncophora-Trockenrasen sichtbar.

Der im Zuge der Vegetationsaufnahmen erhobene Grad der Steilheit = **Inklination** zeigte keine messbaren Unterschiede ($p = 0,4$, Levene's Test: $p = 0,76$) zwischen den Sukzessionsstadien. Verbuschende Stadien eines Halb-/Trockenrasens sind folglich nicht unbedingt flacher geneigt als offene, niederwüchsige oder hochwüchsige Stadien. Standortsunterschiede lassen sich jedoch mit diesem Parameter sehr gut wiedergeben (Abbildung 19).

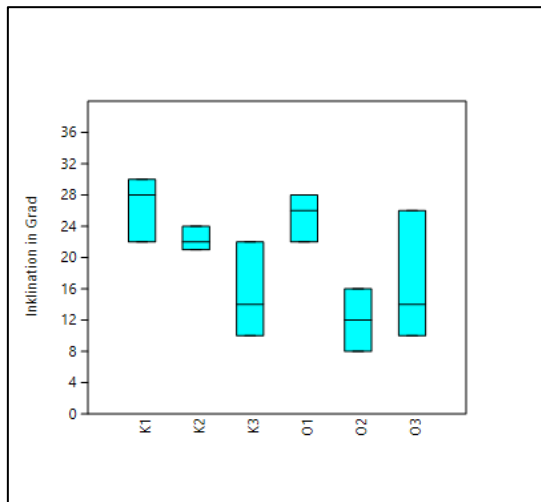


Abbildung 19: Boxplot - Inklination der Standorte

5.2.1 Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung

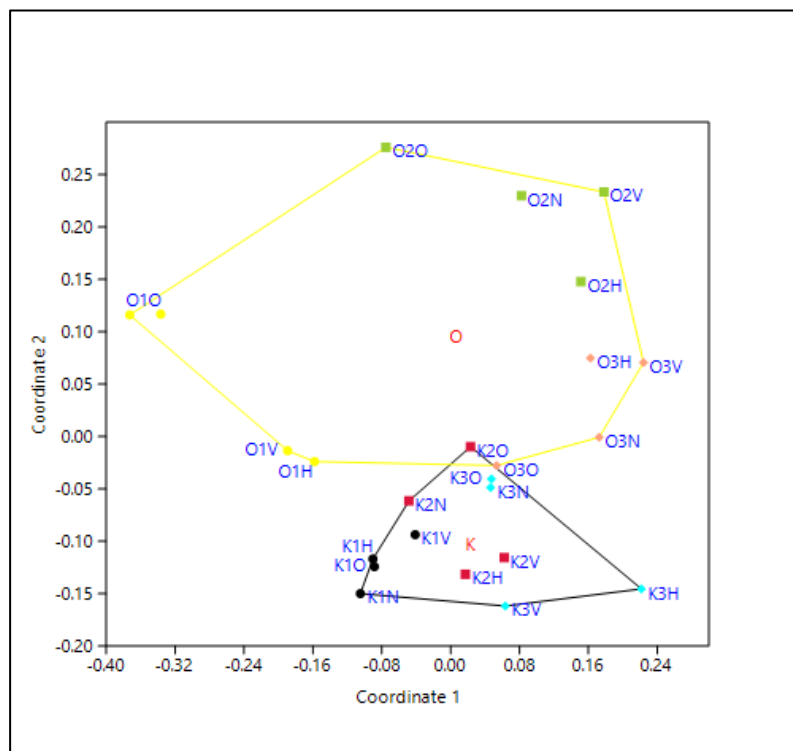


Abbildung 20: NMDS - Ähnlichkeit der Vegetation (Abundanz-Daten) - geologische Einheiten

Die Ähnlichkeiten der einzelnen Aufnahme­flächen zueinander in Bezug auf die Artenabundanzen wurde mit einer NMDS (Bay-Curtis Index, stress: 0,17) gemessen. Die geologischen Einheiten brachten bei dieser

Methode ein klares Ergebnis hervor (Abbildung 20). Die one-way PERMANOVA mit $p = 0,0001$ bestätigt den signifikanten Unterschied zwischen den beiden geologischen Einheiten und ihrer Vegetation. Die einzelnen Aufnahmeflächen eines Biotops und somit die Vegetation, die darauf wächst, sind jeweils geclustert und auf der nächst höheren Ebene gesehen, sind die drei Biotope einer geologischen Einheit ebenfalls gut zu einem Cluster verbunden, wobei die Konglomerat-Trockenrasen um einiges näher beisammen liegen als die der Oncophora-Einheit, dies deutet auf eine höhere Variabilität der Vegetation innerhalb dieser geologischen Einheit hin.

Als nächster Schritt wurde die Ähnlichkeit der Vegetation der einzelnen Biotope zueinander betrachtet. Das entstandene Resultat, NMDS (Bay-Curtis Index, stress: 0,17), siehe Abbildung 21, zeigt eine souveräne Aufspaltung der einzelnen Biotope. Die deutlichen Unterschiede wurden durch eine one-way PERMANOVA ($p = 0,0001$) abgesichert. Die Aufnahmeflächen jedes Biotops liegen mehr oder weniger eng aneinander-geclustert und sind als jeweiliges Biotop klar von den anderen Clustern entfernt, nur K2 und K3 liegen als Biotope enger beisammen und weisen vor allem auf den Aufnahmeflächen K2V und K3V eine ähnliche Vegetation auf. Besonders weit entfernt und somit abweichend in ihrer Vegetation sind die Biotope O1 und O2, vor allem die Aufnahmeflächen O1O, O1N und O2O sind in ihrer Ausstattung der Pflanzendecke am differentesten zu allen anderen Flächen.

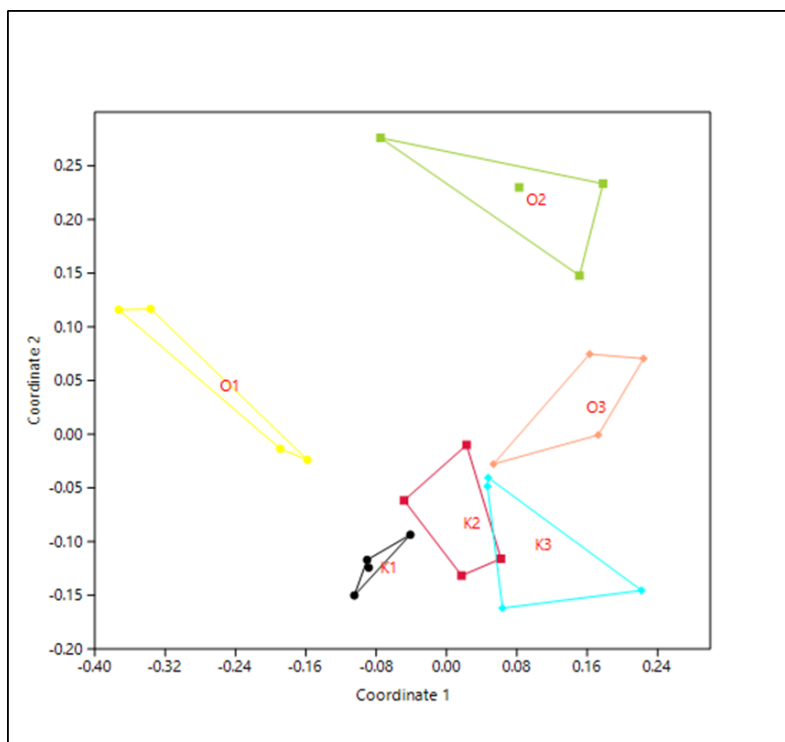


Abbildung 21: NMDS - Ähnlichkeit der Vegetation (Abundanz-Daten) - Biotopvergleich

Auf der Ebene der Sukzessionsstadien errechnete die NMDS (Bay-Curtis, stress: 0,17) ein weitaus weniger deutliches Bild (siehe Abbildung 22). Die einzelnen Sukzessionsstadien über alle sechs Biotope zusammengefasst sind in ihrer Gesamtheit betrachtet, kaum voneinander zu unterscheiden. Dies bestätigt auch die one-way PERMANOVA ($p = 0,97$).

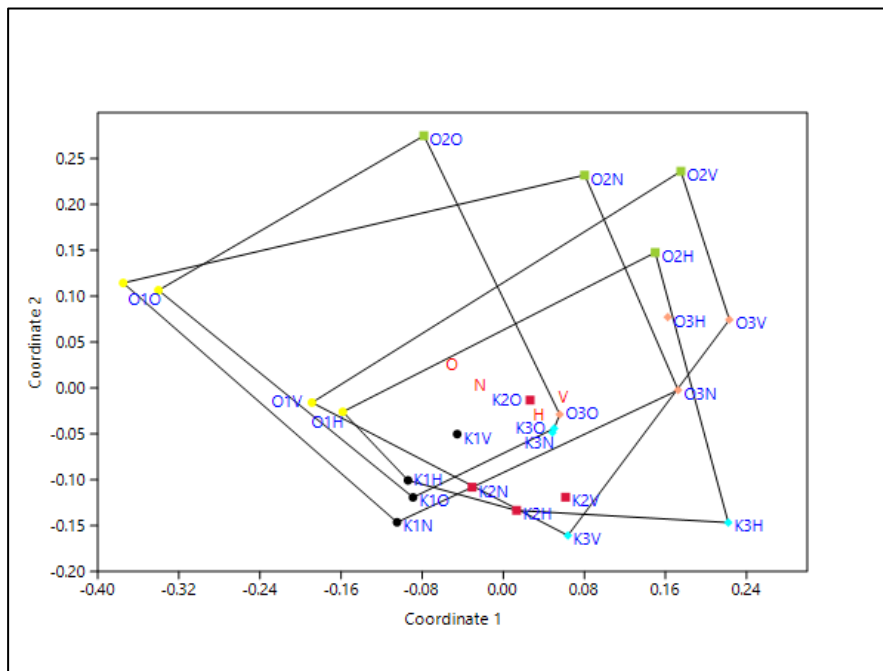


Abbildung 22: NMDS - Ähnlichkeit der Vegetation - Vergleich der Sukzessionsstadien

5.2.2 Unterschiede in der Präsenz und Absenz von Pflanzenarten

Wie für die Abundanz-Daten wurde auch für die Präsenz-/Absenz Daten eine NMDS (Sörensen Index) durchgeführt und mit der jeweiligen Untersuchungsebene als kategoriale Variable unterlegt.

Bei den geologischen Einheiten (stress: 0,18) zeigte sich ein ähnliches Bild (Abbildung 23), verglichen mit der NMDS aus den Abundanzdaten, wenn auch mit einer größeren Überschneidung. Dennoch ist durchaus eine gute Unterscheidung der vorkommenden Arten aufgrund der geologischen Situation möglich. Maßgeblich an der Überschneidung beteiligt ist das Biotops K1, dessen Arten anscheinend zu einem höheren Prozentsatz auch auf gewissen Oncophora-Biotopen vorkommen und auf diesen offensichtlich dem Biotop O1 besonders ähnlich sind. Ebenfalls an der Überschneidung beteiligt sind die Aufnahmeflächen K3O und K3N, die niederwüchsigen Flächen von diesem Biotop sind ebenfalls in ihrem Artenset jenen der

Oncophora-Trockenrasen ähnlich, allerdings nicht in diesem Ausmaß, als es die NMDS mit dem abgebildeten Polygon (konvex hull) vermuten lässt. Die Überschneidung dieser Aufnahmeflächen lässt sich vor allem auf die Lage (in der NMDS) der Biotope K1 und O1 zurückführen.

Zur Überprüfung wurde eine PERMANOVA gerechnet, welche mit $p = 0,007$ die Unterschiede mit einem signifikanten Ergebnis bestätigte.

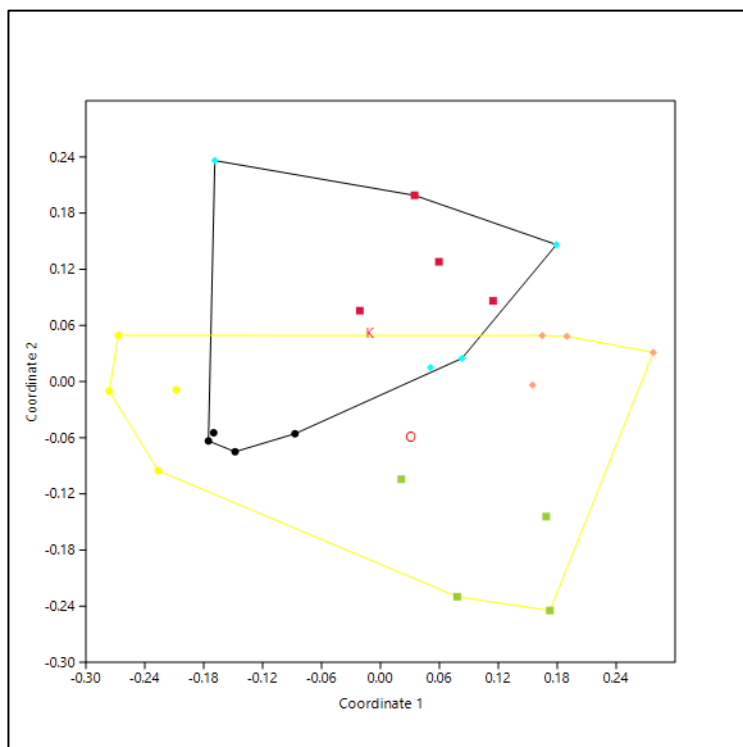


Abbildung 23: Ähnlichkeit der Vegetation (Präsenz/Absenz) - geologische Einheiten

Mit dem Biotopvergleich (stress: 0,18) durch die Präsenz/Absenz Daten wurde deutlich, wie stark sich die Biotope in ihrem Artenset voneinander unterscheiden, mit einer Ausnahme, nämlich den Biotopen K2 und K3.

Bei diesen zwei Biotopen wurde auf den vier Aufnahmeflächen beinahe die gleiche Artidentität (durch Sørensen-Index) gemessen. Die übrigen Biotope unterscheiden sich doch recht deutlich voneinander, ebenso sind K2 und K3 von den anderen Biotopen in der NMDS (Abbildung 24) deutlich distanziert dargestellt. Des Weiteren wird die in der NMDS der geologischen Einheiten beschriebene Ähnlichkeit der Biotope K1 und O1 mit dieser Gruppierungsvariante noch deutlicher. Ebenso ist der große Abstand von O1, was einem großen Sprung in der Artidentität gleichkommt, zu den beiden anderen Oncophora-Biotopen sehr gut erkennbar. Bei der Überprüfung der NMDS durch eine PERMANOVA wurde ein p-Wert von 0,0001 errechnet.

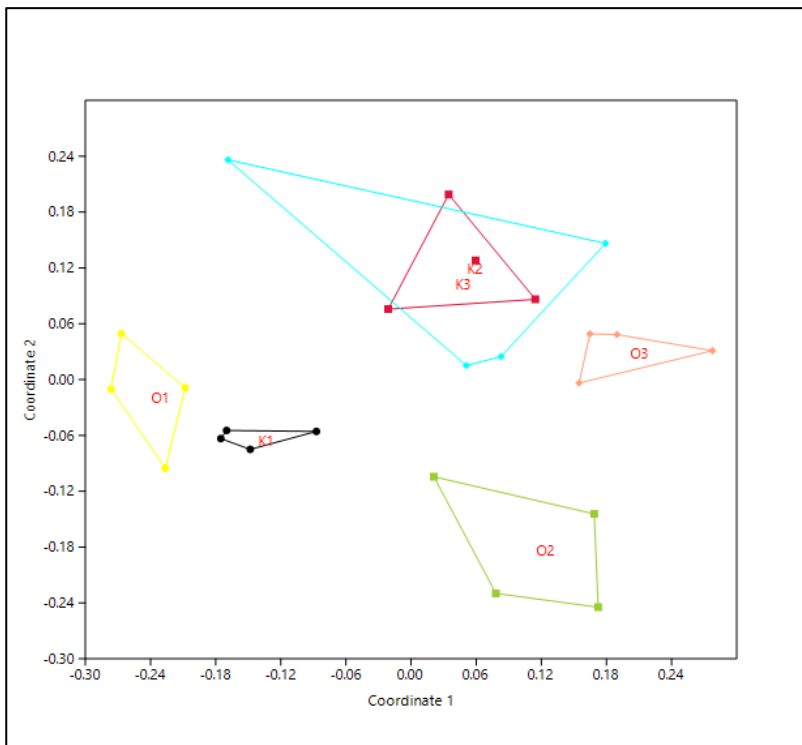


Abbildung 24: NMDS: Ähnlichkeit der Vegetation (Präsenz/Absenz) - Biotope

5.3 Deskriptive bodenkundliche Daten

5.3.1 Feldbodenkunde

Die Bestimmung des **Bodentyps** ergab ein fast einheitliches Bild. Auf allen untersuchten Flächen der Konglomerat-Trockenrasen wurde die Mull-Pararendzina (Abbildung 25) als Bodentyp festgestellt, auch der Oncophora-Trockenrasen in Oberndorf am Gebirge (O1) beherbergt auf seinen Untersuchungsflächen ausschließlich Mull-Pararendzinen. Differenzierter zeigen sich die Standorte O2 und O3, während sich am Standort O2 bei den Aufnahmeflächen O2O und O2V ebenfalls eine Mull-Pararendzina feststellen ließ, kann man bei den Flächen O2N und O2H bereits von einer Verbraunten Mull-Pararendzina (Abbildung 26) sprechen. Bodentypologisch am weitesten entwickelt zeigte sich der Standort am Hohen Kölbling (O3), kommt am Sukzessionsstadium O3O bis O3H noch eine Verbraunte Mull-Pararendzina vor, muss der Boden beim verbuschenden Stadium (O3V) als Carbonathaltige Braunerde (Abbildung 27) angesprochen werden.



Abbildung 25: Mull-Pararendzina am Schauerberg (K10)



Abbildung 26: Verbraunte Mull-Pararendzina am
Großen Kölbling (O2N)



Abbildung 27: Carbonathaltige Braunerde am
Hohen Kölbling (O3V)

Die statistische Auswertung der in den Untersuchungsgebieten aufgenommenen Werte zu den **Horizontmächtigkeiten** zeigt große Unterschiede bei der Gründigkeit der Böden. Die einzelnen Sukzessionsstadien lassen sich in Betracht auf die Mächtigkeit des Bodens, gemessen an der Gründigkeit bis zum **Cn-Horizont**, nicht signifikant voneinander unterscheiden. Besonders in den Biotopen O2 und O3 wurde bei allen Sukzessionsstadien die maximal untersuchbare Gründigkeit von 100cm festgestellt, daher zeigte infolgedessen der Biotopvergleich untereinander ein signifikantes Ergebnis ($p = 0,0027$, Kruskal-Wallis Test), siehe Boxplot (Abbildung 28). Eine sehr gute Unterscheidbarkeit lieferte der Kruskal-Wallis Test auch für die geologischen Einheiten ($p = 0,0007$), laut dem dazugehörigen Boxplot sind Oncophora-Standorte demnach tiefgründiger als Standorte mit Konglomerat als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung.

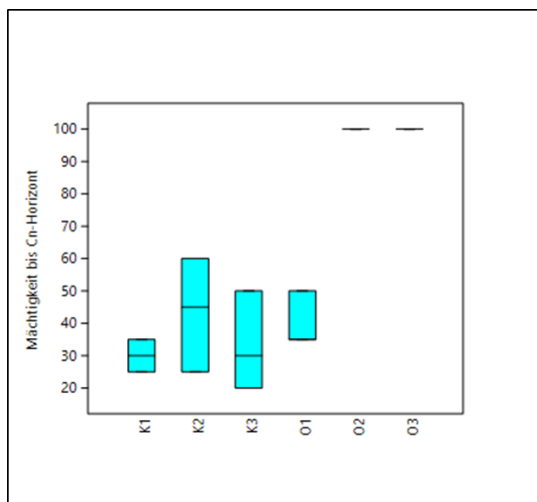


Abbildung 28: Boxplot - Bodenmächtigkeit bis Cn-Horizont (Standorte)

Ein wesentlich anderes Bild zeigt sich bei der Betrachtung der Ergebnisse in Bezug auf die Mächtigkeit des Bodens bis zum **Cv-Horizont**, welcher aber an gewissen Standorten ohne entsprechenden Horizont gleichbedeutend mit dem Anfang des Cn-Horizonten ist, dies ist vor allem bei den Konglomerat-Standorten der Fall. Anhand der Mächtigkeit bis zum Cv-Horizont kann zwischen den beiden geologischen Einheiten ($p = 1$, Levene's test: $p = 0,3$) nicht unterschieden werden. Ebenso ist eine Unterscheidung der einzelnen Standorte mit diesem Parameter nicht möglich.

Vergleicht man jedoch die vier Sukzessionsstadien (Abbildung 29) miteinander, erhält man bei der ANOVA ($p = 0,003$, Levene's test: $p = 0,26$) ein signifikantes Ergebnis. Mit dem Tukey's pairwise konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Sukzessionsstadien O und H festgestellt werden ($p = 0,03$), zwischen O und V ist das Ergebnis sogar hochsignifikant ($p = 0,002$), wird aber aufgrund der gering „power“ der post hoc tests nicht weiterverfolgt.

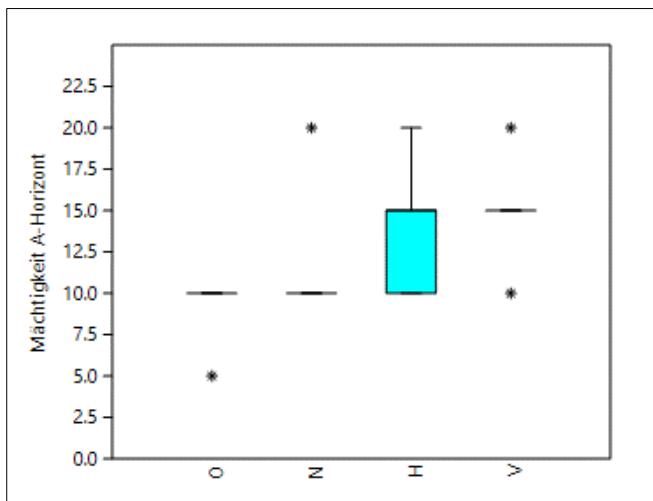


Abbildung 29: Boxplot - Mächtigkeit bis Cv-Horizont (Sukzessionsstadien)

Weiterführend wurden die erhobenen Werte für die vorhandenen **A/AB-Horizonte** analysiert.

Für die statistischen Auswertungen wurden die Werte für A-Horizonte plus eventuell vorhandener AB-Horizonte und die der reinen A-Horizonte getrennt voneinander betrachtet. Zwischen den geologischen Einheiten lässt sich eine schwache Signifikanz ($p = 0,043$, Kruskal-Wallis Test) bei dem Vergleich der **A-/AB-Horizonten** feststellen, ebenso bei dem Ergebnis aus dem Vergleich der Standorte ($p = 0,039$, Kruskal-Wallis Test), hier spielt vor allem der Standort O3 die entscheidende Rolle für die Signifikanz. Bezeichnende Unterschiede zwischen den Sukzessionsstadien konnten nicht belegt werden.

Bei der Analyse der reinen **A-Horizonte** (ohne evtl. vorhandene AB-Horizonte) wurde eine Signifikanz zwischen den einzelnen Sukzessionsstadien sichtbar (Abbildung 30). Bezeichnende Unterschiede zwischen den geologischen Einheiten oder Biotopen können mit diesem Parameter nicht eruiert werden.

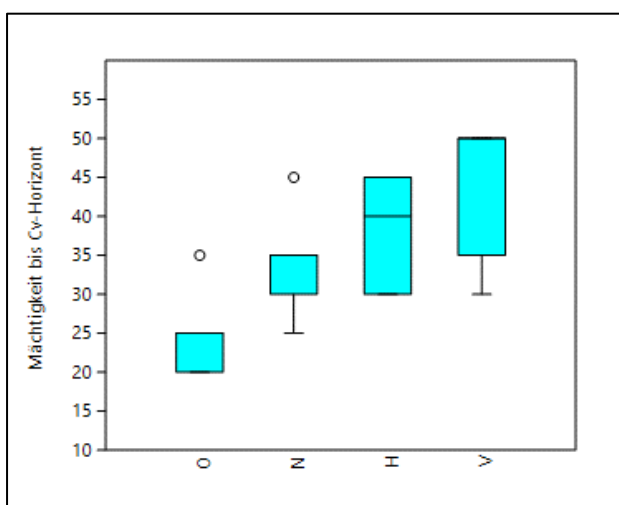


Abbildung 30: Boxplot - Mächtigkeit A-Horizont (Sukzessionsstadien)

Der **Steingehalt** des Bodens bzw. seiner einzelnen Horizonte ist ein weiterer Parameter, der feldbodenkundlich erhoben wurde. Bei den statistischen Auswertungen wurde auf die Werte des A-Horizonts gezielt verzichtet, da diese mehrheitlich sehr gering waren und eine hohe Varianz verursacht hätten.

Der Kruskal-Wallis Test (Daten nicht normal verteilt) lieferte sowohl zwischen den geologischen Einheiten ($p = 0,002$) als auch bei der Unterscheidung der einzelnen Standorte ($p = 0,005$) ein signifikantes Ergebnis (Abbildung 31). Während bei den Konglomerat-Standorten im Mittelwert (Median) 20% Steingehalt im Bodenaufbau (bis Cv/Cn-Horizont) zu finden sind, sind es bei den Oncophora-Standorten nur 5%. Maßgebend für das Oncophora-Ergebnis sind die Standorte O2 und O3, der Oncophora-Standort O1 ist hingegen dem Konglomerat ähnlich.

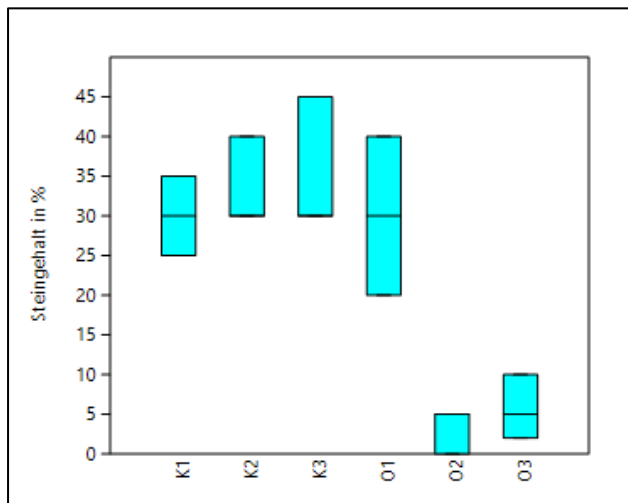


Abbildung 31: Boxplot - Steingehalt der Böden (Standorte)

5.3.2 Laboranalytische Daten

Die Auswertung der Daten zur **Wasserhaltekapazität** lieferte bei keinem der Tests signifikante Ergebnisse. Die wenigen Daten (insgesamt 18 Werte) brachten eine hohe Varianz mit sich, so haben die Oncophora-Standorte ihren höchsten Wert bei 0,67g H₂O / g Trockensubstanz und den niedrigsten bei 0,40g H₂O / g Trockensubstanz.

Bei den Konglomerat-Standorten zeigt sich ein ähnlich ungenaues Bild mit 0,75g H₂O / g Trockensubstanz als höchsten Wert und 0,51g H₂O / g Trockensubstanz als niedrigsten.

Die Auswertungen zum **pH-Wert** der Böden brachten auf allen drei Untersuchungsebenen Signifikanzen hervor. Der statistische Test (ANOVA) für die geologischen Einheiten ermittelte einen p-Wert von 0,02, allerdings zeigten sich beim Levene's Test ($p = 0,006$) ungleiche Varianzen, mit dem Kruskal-Wallis Test ($p = 0,02$) ließ sich jedoch die Signifikanz bestätigen. Der Median von Konglomerat liegt bei einem pH-Wert

von circa 7,63 und jener der Oncophora-Schichten bei 7,57. Somit zeigen die Daten einen nur marginalen Sprung zwischen Konglomerat und Oncophora-Standorten. Auch die einzelnen Standorte sind, dem statistischen Test nach zu urteilen, zumindest teilweise unterscheidbar. Die One-Way ANOVA lieferte für diese Untersuchung einen p-Wert von 0,0007 (Levene's test: $p = 0,19$). Der Boxplot (Abbildung 32) zeigt, dass sich vor allem die zwei Oncophora-Standorte O2 und O3 klar von den anderen Lokalitäten unterscheiden lassen, aber auch hier liegt der Median zwischen den „basischsten“ und den „sauersten“ Standort nur 0,12 auseinander. Betrachtet man allerdings die gemessenen Absolutwerte aller Proben, zeigt sich eine Spanne von 7,4 bis 7,8, somit liegen aber dennoch sämtliche Proben der sechs Standorte im basischen Bereich.

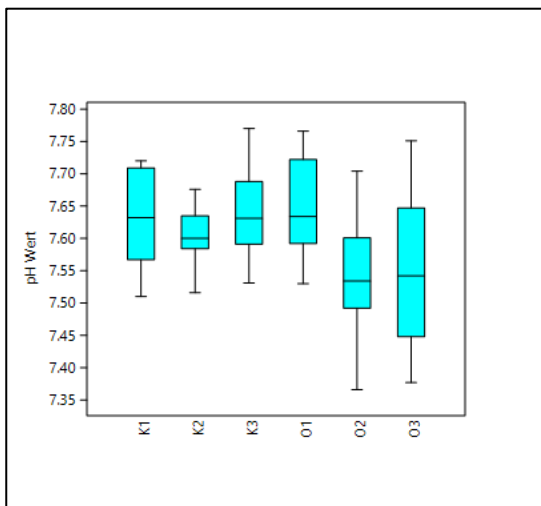


Abbildung 32: pH-Werte der Standorte

Ein nennenswertes Ergebnis beim pH-Wert ergab sich auch aus dem Test für die Sukzessionsstadien. Bei einem p-Wert von 0,014 (Levene's test: $p = 0,24$) bei der ANOVA zeigen der Boxplot (Abbildung 33) und der Tukey's pairwise Test vor allem eine Signifikanz zwischen den Sukzessionsstadien O und V an. Unterschiede zwischen bzw. mit den anderen Stadien sind nicht erkennbar. Die Mediane der beiden Stadien O und V liegen nur um einen pH-Wert von 0,05 auseinander.

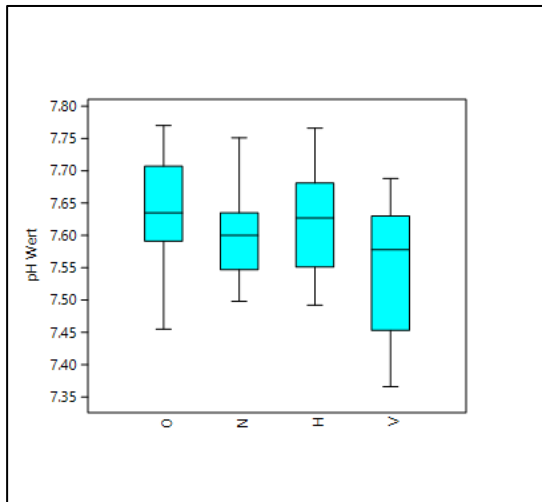


Abbildung 33: Boxplot - pH-Werte der Sukzessionsstadien

Als nächster Bodenparameter wurde der **CO₃-Gehalt** der Böden gemessen und des Weiteren wurde eine Korrelation mit dem pH-Wert vorgenommen. Betrachtet man die geologischen Einheiten, lässt sich ein hochsignifikantes Kruskal-Wallis Test-Ergebnis ($p = 9,61E-07$) feststellen, der Boxplot zeigt ebenfalls die Unterscheidbarkeit und lässt deutlich werden, dass der CO₃-Gehalt auf Oncophora-Standorten signifikant geringer ist als auf Konglomerat-Standorten.

Ein ansehnliches Ergebnis lieferte auch der Standortsvergleich, einige der Standorte sind voneinander unterscheidbar, der Kruskal-Wallis-Test ist mit $p = 2,26E-11$ hochsignifikant. Im Boxplot (Abbildung 34) erkennt man die Unterschiede in Form der meist weiter auseinanderliegenden Mediane sehr gut, nur der Oncophora-Standort O1 ist zumindest im Vergleich zu zwei der drei Konglomerat-Standorte nicht unterscheidbar und zeigt somit eine gewisse Ähnlichkeit zu den Konglomerat-Standorten, ansonsten sind nur in zwei Fällen Standorte der gleichen geologischen Einheiten nicht voneinander trennbar (K2 zu K3 und O2 zu O3).

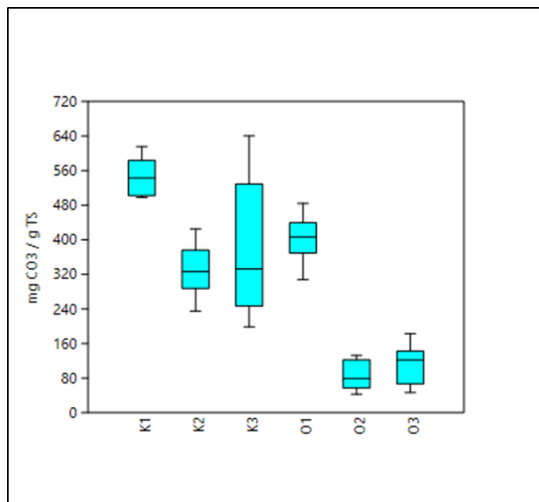


Abbildung 34: Boxplot: CO₃-Gehalte der Standorte

Ein anderes Bild liefert der Test zu der Unterscheidbarkeit der einzelnen Sukzessionsstadien in Bezug auf den CO₃-Gehalt. Mit $p = 0,28$ fällt der Kruskal-Wallis Test eindeutig negativ aus und im Boxplot zeigen sich des Weiteren hohe Varianzen in den Werten der einzelnen Sukzessionsstadien. Demnach sind eindeutige Unterschiede zwischen den Sukzessionsstadien aufgrund des CO₃-Gehalts nicht eruierbar.

Die enge Zusammengehörigkeit des **CO₃-Gehalts** mit dem **pH-Wert** zeigt die Spearman's rs-**Korrelation** beider Parameter, welche mit $p = 2,41E-09$ ($r^2 = 0,38$) hochsignifikant ausfällt.

Die statistischen Tests (One-Way ANOVA) zur **Korngrößenverteilung** der einzelnen Fraktionen (Sand, Schluff und Ton) lieferten eine hohe Anzahl an Ergebnissen, weshalb diese übersichtshalber in der nachstehenden Tabelle (Nr. 8) zusammengefasst wurden.

Korngrößen - Fraktionen			
	Signifikanz: ja/nein		
	Sand	Schluff	Ton
Geologische Einheit	ja	ja	nein
Standort	ja	ja	ja
Sukzessionsstadium	nein	nein	nein

Tabelle 7: Signifikanzen der Korngrößen-Fraktionen

Bei den statistischen Auswertungen bezüglich des **Sand-Gehalts** berechnete der Kruskal-Wallis Test einen p-Wert von 0,0004 für die geologischen Einheiten und der dazugehörige Boxplot (Abbildung 35) zeigt den deutlich höheren Sand-Gehalt der Böden aus Oncophora. Der Median bei Konglomerat-Böden liegt bei 29,5 % und jener der Oncophora-Böden bei 49 %.

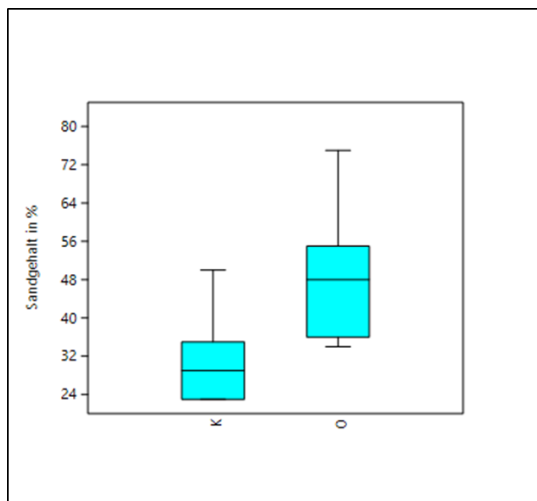


Abbildung 35: Boxplot - Sand-Gehalt der geologischen Einheiten

Tests zur Unterscheidung der einzelnen Standorte (Kruskal-Wallis: $p = 0,003$) bezüglich des Sand-Gehalts zeigten die Alleinstellung der beiden Standorte O2 und O3 innerhalb der Oncophora-Einheit, allerdings wurde auch die Andersartigkeit des Standortes O1 deutlich, enthält sein Boden (obwohl ebenfalls ein Oncophora-Standort) doch signifikant weniger Sand als die beiden anderen Oncophora-Standorte jedoch den Median betrachtet, noch immer mehr als die Koglomerate. Auch zeigt sich eine große Spannweite der Boxplots (Abbildung 36) bei den Standorten K3 und O2, während z.B. der Standort K2 nicht nur den geringsten Sandgehalt, sondern auch die geringste Spannweite aufweist. Die Mediane der einzelnen Standorte liegen teils erstaunlich weit auseinander, so hat der Standort K2 den niedrigsten Median mit einem Wert von 24,5, hingegen besitzt O3 den höchsten Median mit einem Wert von 55. Die Spanne der gesamten Werte für den Sand-Gehalt ist mit 23 % (gemessen bei K2 und K3) bis 75 % (gemessen bei O2) ebenfalls außerordentlich groß.

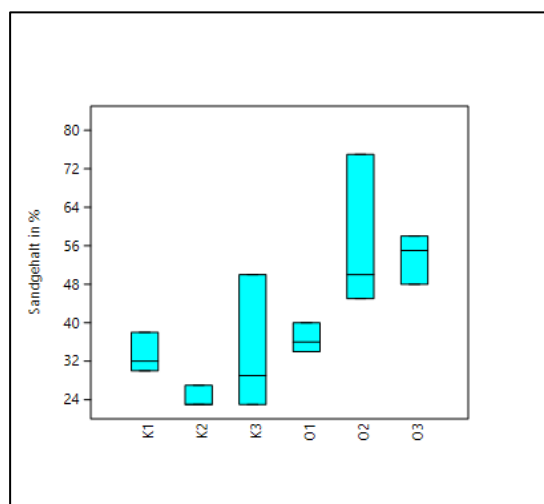


Abbildung 36: Boxplot - Sand-Gehalt der Standorte

Die Tests zum **Schluff-Gehalt** lieferten eindeutige Ergebnisse, sowohl bei den geologischen Einheiten ($p = 0,0006$, Levene's Test: $p = 0,85$) als auch im Standortsvergleich ($p = 0,004$ Kruskal-Wallis Test, ungleiche Varianzen bei ANOVA). Demnach enthalten Böden aus Oncophora-Schichten signifikant weniger Schluff als Böden aus Konglomerat, der Median von Konglomerat liegt bei 51,5 % und von Oncophora bei 36,5 %. Bei den Standorten (Boxplot, Abbildung 37) stechen vor allem wieder O2 und O3 heraus, welche deutlich geringere Schluff-Gehalte aufweisen als zum Beispiel O1 oder K1 und K2, nur der Konglomerat-Standort K3 zeigt einen ähnlichen Schluff-Gehalt, allerdings auch eine große Varianz in den Daten. Die Spanne der gesamten Werte ist wie auch schon beim Sand-Gehalt hoch und reicht von 21 % (gemessen bei O2) bis 59 % (gemessen bei K1).

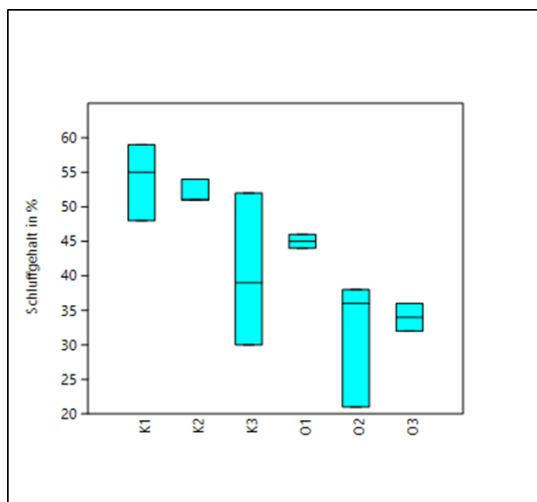


Abbildung 37: Boxplot - Schluff-Gehalt der Standorte

Betrachtet man die Ergebnisse für den **Ton-Gehalt** im Detail, so ergab der Kruskal-Wallis-Test für den Vergleich der geologischen Einheiten keinen signifikanten Unterschied, jedoch auf die Standorte bezogen ein signifikantes Resultat ($p = 0,012$). Der Boxplot (Abbildung 38) zeigt ein komplexes Bild aus einzelnen Signifikanzen unter den Standorten. Demnach variieren selbst die einzelnen Standorte innerhalb einer geologischen Einheit relativ stark.

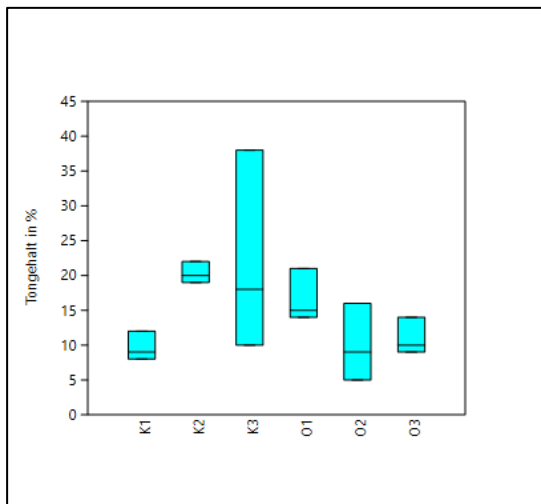


Abbildung 38: Boxplot - Ton-Gehalt der Standorte

Die trockene Verbrennung brachte Daten über den **Gesamtstickstoff-** und **Kohlenstoffgehalt** sowie weiterführend über das **C/N-Verhältnis** und den **Humusgehalt** der Böden.

Die geologischen Einheiten lassen sich anhand des **Gesamtstickstoff-Gehalts** (Werte wurden wurzeltransformiert), welcher mit einer ANOVA: $p = 0,0006$, Levene's Test: $p = 0,47$ getestet wurde, mit hoher Signifikanz voneinander unterscheiden, wobei die Konglomerat-Standorte einen höheren Gehalt aufweisen als die Oncophora-Einheit. Der Standortvergleich erzielt bei der ANOVA sogar eine noch höhere Signifikanz (ANOVA: $p = 1,64E-05$, Levene's test: $p = 0,23$). Der Boxplot (Abbildung 39) weist die Standorte O2 und O3 als besonders gut unterscheidbar gegenüber den anderen aus, da sie offenbar einen geringeren Stickstoff-Gehalt aufweisen, der Konglomerat-Standort K2 weist den höchsten Gesamtstickstoff-Gehalt auf, ist aber dennoch nur von O2 und O3 sicher abtrennbar. Des Weiteren ist zu erkennen, dass der Oncophora-Standort O1 einen ähnlichen Gesamtstickstoff-Gehalt aufweist wie die Konglomerat-Standorte.

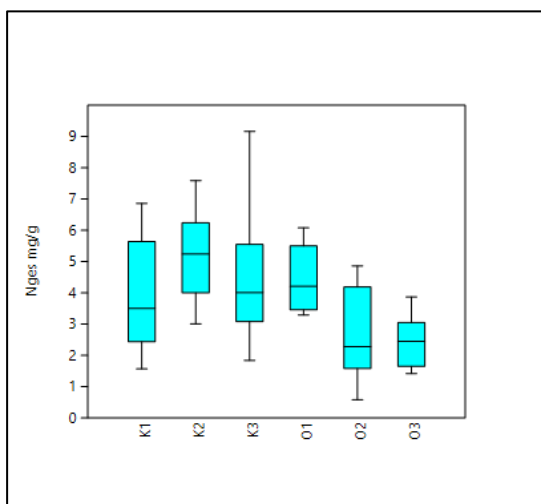


Abbildung 39: Boxplot - Gesamtstickstoff-Gehalt der Standorte

Der Sukzessionsstadien-Vergleich ergab allerdings keinerlei signifikante Unterschiede ($p = 0,66$) in Bezug auf den Gesamtstickstoff-Gehalt der Böden.

Ein ähnliches Bild ergaben die statistischen Tests (Kruskal-Wallis) zum **Gesamtkohlenstoff-Gehalt** der Böden. Während auch bei diesem Parameter keine Signifikanz zwischen den Sukzessionsstadien feststellbar war ($p = 0,84$) und auch der Boxplot (Abbildung 40) die Ähnlichkeit der Werte bestätigte, zeigten sich bei den Standorten und den geologischen Einheiten eindeutige Unterschiede.

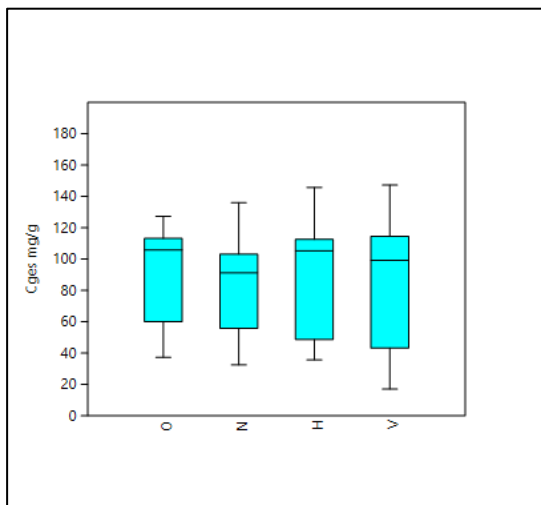


Abbildung 40: Boxplot - Gesamtkohlenstoff-Gehalt der Sukzessionsstadien

Im Standortsvergleich, welcher mit einem p -Wert von $2,81E-10$ äußerst eindeutig ausgefallen ist, fielen beim Boxplot (Abbildung 41) ein weiteres Mal die Standorte O2 und O3 mit deutlich niedrigeren Gesamtkohlenstoffmengen auf, ihr Median liegt mit 17,7 (O2) und 20,6 mg C/g TS (O3) weit niedriger als bei allen anderen Standorten. Der höchste Median ist hier bei O1 zu finden, welcher bei 46,2 mg C/g TS liegt und damit wieder einen ähnlichen Wert aufweist wie die Standorte K1 – K3, bei denen hingegen K2 den niedrigsten Median aufweist.

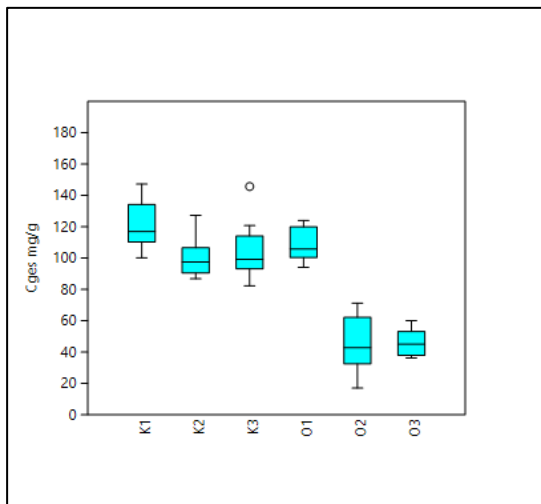


Abbildung 41: Boxplot - Gesamtkohlenstoff-Gehalt der Standorte

Der Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der geologischen Einheiten errechnete einen p-Wert von $1,80E-06$. Der Boxplot (Abbildung 42) zeigt den deutlich niedriger gelegenen Median und somit geringeren Gesamtkohlenstoff-Gehalt der Oncophora-Standorte.

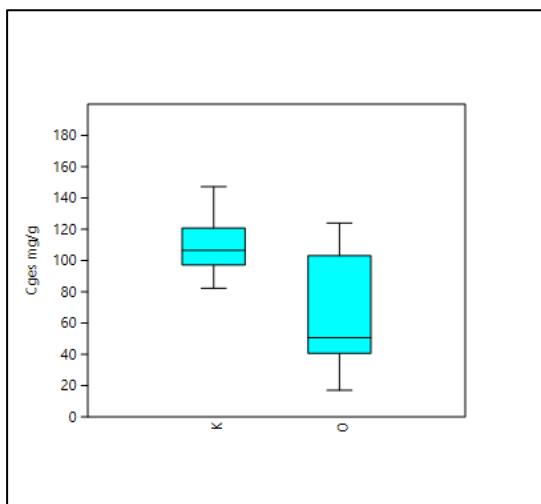


Abbildung 42: Boxplot - Gesamtkohlenstoff-Gehalt der geologischen Einheiten

Mit den errechneten Werten für den Anteil des organischen Kohlenstoffs am Gesamtkohlenstoff-Gehalt der Böden wurde eine **Korrelation aus Ton-Gehalt und organischem Kohlenstoff** durchgeführt, da sich Ton-Humus-Komplexe aus diesen beiden Komponenten des Bodens bilden. Aufgrund der fehlenden Normalverteilung bei den Werten des Ton-Gehalts und der Datenwolke, die nicht elliptisch ist, wurde anschließend eine Spearman's r_s – Korrelation durchgeführt, diese errechnete ein signifikantes Ergebnis von $p = 0,03$, $R^2 = 0,23$.

Die errechneten Werte für den **Humusgehalt** der Böden lieferten bei den ANOVAs signifikante Ergebnisse für den Vergleich der geologischen Einheiten und der Standorte. Die Sukzessionsstadien ergaben bei den statistischen Tests keine erkennbaren Unterschiede ($p = 0,82$, Levene's Test: $p = 0,83$). Bei den geologischen Einheiten, weisen die Oncophora-Standorte den geringeren Humus-Gehalt auf, wobei die ANOVA einen p-Wert von 0,0001 und der Levene's Test $p = 0,39$ errechneten. Bei den Standorten ($p = 5,22E-07$, Levene's Test: $p = 0,43$) fallen abermals die Standorte O2 und O3 mit abweichenden Werten auf (Median jeweils bei circa 5 % Humus), die anderen vier Standorte K1, K2, K3 und O1 (Median zwischen 9 und 10 % Humus) zeigen deutlich höhere Humusgehalte, siehe Boxplot (Abbildung 43).

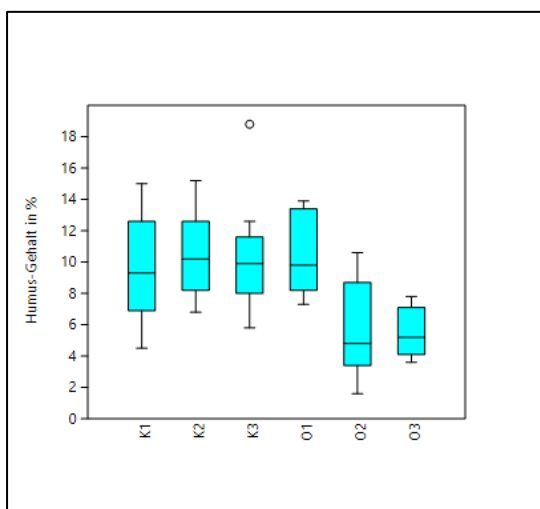


Abbildung 43: Boxplot - Humusgehalt der Standorte

Die Werte des **C/N-Verhältnisses**, welche aus den Stickstoff- und Kohlenstoffmengen abgeleitet wurden, folgen keiner Normalverteilung, eine Transformation brachte ebenfalls keine ausreichende Verbesserung Richtung Normalverteilung, daher wurde bei sämtlichen Vergleichen bezüglich des C/N-Verhältnisses mit den ursprünglichen Daten gerechnet und der Kruskal-Wallis Test verwendet, dieser errechnete beim Vergleich der beiden geologischen Einheiten einen p-Wert von 0,55. Der Boxplot für diesen Vergleich zeigt annähernd gleiche C/N-Verhältnisse mit einem Median, der jeweils bei circa 13 liegt.

Der Test zur Verschiedenartigkeit der Standorte ergab eine eindeutige Signifikanz von $p = 1,35E-05$. Der entsprechende Boxplot (Abbildung 44) für diesen Vergleich zeigt eine Ähnlichkeit der Standorte K1 und O1 und die „Andersartigkeit“ des Standorts K2 (engeres C/N-Verhältnisse) mit einem Median von 11,5, während zum Beispiel der Median von K1 bei 14 liegt. Allerdings weist K1 auch eine hohe Varianz der Werte auf, so wurde bei der Aufnahme fläche K1O für die Tiefenstufe 10-20 cm das C/N-Verhältnis 17,5 und bei der verbuschenden Fläche K1V aus der Tiefenstufe 0-5 der Wert 12,5 für der C/N-Verhältnis errechnet. Ebenso fällt die hohe Spannweite bei K3 (12-18,5) auf.

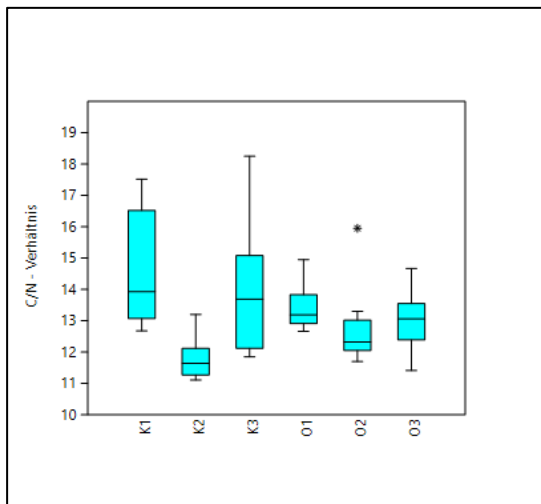


Abbildung 44: Boxplot - C/N-Verhältnis der Standorte

Bei der Austestung, ob es messbare Unterschiede zwischen den Sukzessionsstadien gibt, errechnete der Kruskal-Wallis Test einen p-Wert von 0,31 und somit keine Signifikanz.

Ein weiterer Pflanzennährstoff wurde in Form von **Phosphat** gemessen, jedoch ergab keiner der statistischen Tests ein nennenswertes Ergebnis, sowohl bei den Sukzessionsstadien ($p = 0,92$) als auch beim Standortsvergleich ($p = 0,27$) und dem Vergleich der beiden geologischen Einheiten ($p = 0,13$) sind die p-Werte weit von der Signifikanz-Schwelle entfernt. Kennzeichnend für die statistischen Analysen der Phosphat-Werte sind auch teils sehr große Spannweiten bei den Boxplots, siehe zum Beispiel den Boxplot für die Sukzessionsstadien (Abbildung 45).

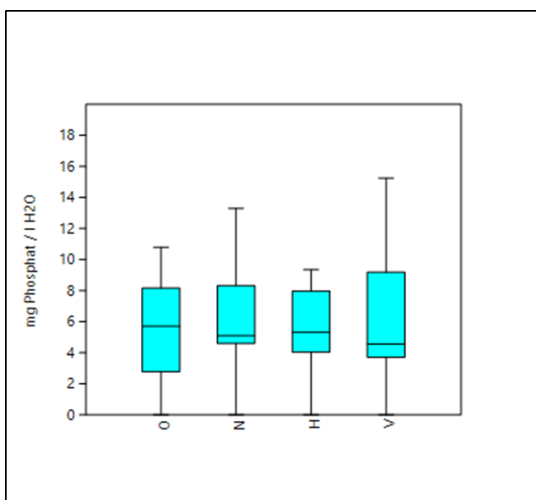


Abbildung 45: Boxplot - Phosphat-Gehalt der Sukzessionsstadien

5.3.2.1 Übersichtstabelle zu den Testergebnissen aus der Analyse der Bodenparameter

Übersichtstabelle aller Signifikanzen		Analyse-Ebenen:					
		geologische Einheiten		Standorte		Sukzessionsstadien	
	Einheit		Test		Test		Test
Wasserhaltekapazität (WHK)	g H ₂ O/g TS	0,1107	A	0,5420	A	kA	
pH-Wert		0,0232	KW	0,0007	A	0,0139	A
CO ₃ -Gehalt	mg/g TS	9,61E-07	KW	2,26E-11	KW	0,2821	KW
Humusgehalt	%	0,0001	A	5,22E-07	A	0,8179	A
C/N Verhältnis		0,5506	KW	1,353E-05	KW	0,3094	KW
Gesamtstickstoff-Gehalt	mg/g TS	0,0006	A	1,64E-05	A	0,6577	A
Gesamtkohlenstoff-Gehalt	mg/g TS	1,80E-06	KW	2,812E-10	KW	0,8440	KW
Phosphat-Gehalt	mg/l	0,1262	A	0,2717	A	0,9187	
Korngrößen:							
Sand	%	0,0004	KW	0,0030	KW	0,8251	KW
Schluff	%	0,0006	A	0,0037	A	0,7213	A
Ton	%	0,2130	KW	0,0118	KW	0,9606	KW
Feldbodenkundliche Parameter:							
Mächtigkeit A-Horizonte	in cm	0,0432	KW	0,0390	KW	0,1602	KW
Mächtigkeit A-Horizont	in cm	0,1712	KW	0,5934	KW	0,0291	KW
Gründigkeit bis Cv-Horizont	in cm	1,0000	A	0,3529	A	0,0029	A
Gründigkeit bis Cn-Horizont	in cm	0,0008	KW	0,0027	KW	0,4839	KW
Steingehalt	%	0,0016	KW	0,0053	KW	kA	
Abkürzungen der statistischen Testverfahren: A = one-way ANOVA; KW = Kruskal-Wallis Test							
Weitere Abkürzungen: kA = keine Analyse							

Abbildung 46: Statistische Testergebnisse bei den Bodenparametern - Übersichtstabelle

5.3.3 PCA - Bodenparameter

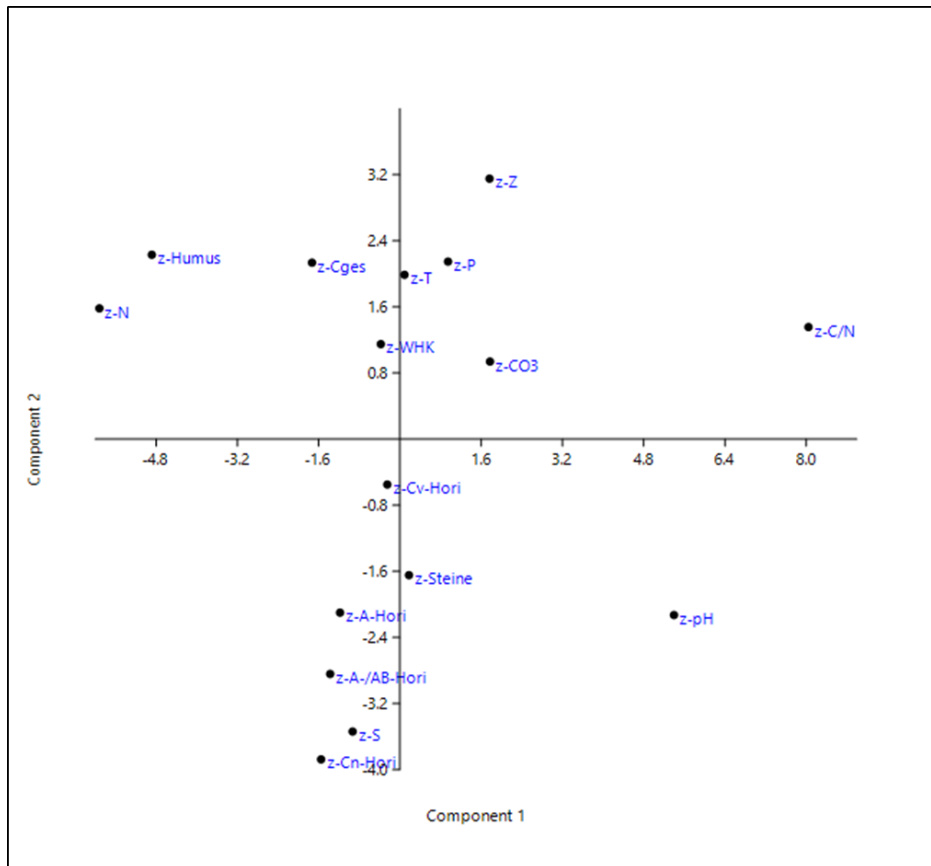


Abbildung 47: PCA – Bodenparameter (Variablen log- und z-transformiert)

Die Austestung der Bodenparameter mithilfe einer PCA (variance-covariance matrix) brachte wenig nennenswerte Ergebnisse (Abbildung 46). Großteils sind die einzelnen Parameter als unabhängig zu bezeichnen, wenige Ausnahmen bilden hier die beiden Parameter „Cn-Horizont (Cn-Hori)“ und „Sand-Gehalt (S)“, welche im negativen Bereich der Component 1 - Achse eng beisammen liegen. Des Weiteren dürfen Humus-Gehalt und Stickstoff-Gehalt (N) nicht als unabhängig voneinander bezeichnet und verwendet werden. Die räumliche Nähe vom Ton- (T) und Phosphat-Gehalt (P) ist zwar ebenfalls gegeben, wird aber für weitere Ordinationen als unbedenklich angesehen. Eine klare Auftrennung und somit eine solide Unabhängigkeit errechnete sich für die Parameter C/N-Verhältnis, pH-Wert, CO₃-Gehalt, Cv-Horizont, Steingehalt, Schluff-Gehalt (Z) und Gesamtstickstoff-Gehalt (Cges).

5.4 Ordinationen: Bodenparameter – Vegetationsdaten

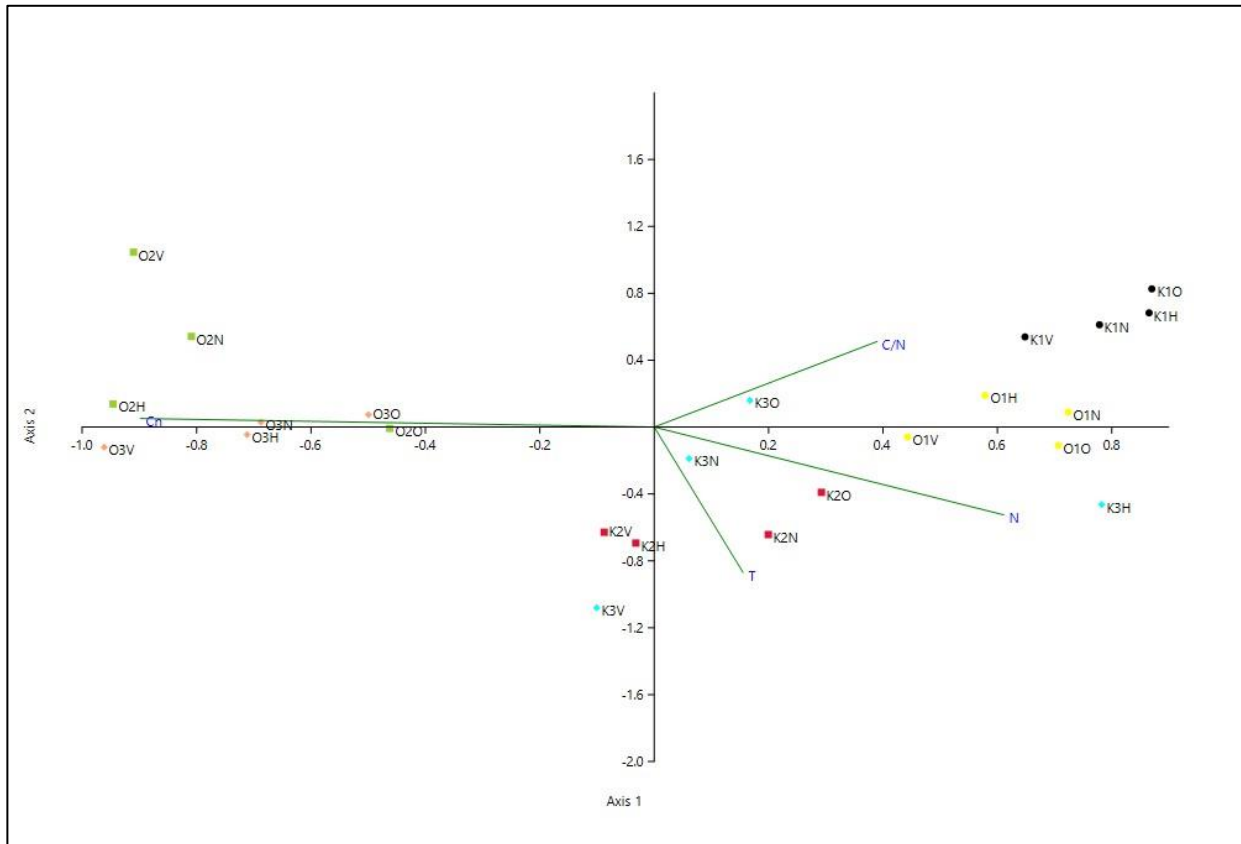


Abbildung 48: CCA-1 (Abundanz-Daten) - Variable: Cn-Horizont (Cn), Ton-Gehalt (T), N-Gehalt (N), C/N-Verhältnis

Eine Aggregation in einzelne Gruppen erzielte die erste CCA (Abbildung 47) vor allem mit dem Parameter Cn-Horizont, welcher im negativen Bereich der Axis 2 situiert ist und diese quasi vollständig erklärt, hier sind die Aufnahmeflächen der Standorte O2 und O3 gruppiert. Das C/N-Verhältnis clustert hauptsächlich den Standort K1, O1 wird sowohl vom C/N-Verhältnis als auch vom Gesamtstickstoff-Gehalt in etwa zu gleichen Teilen beeinflusst. K2 aggregiert sich entlang des Ton-Gehalts, während sich K3 nur sehr diffus auf den verschiedenen Achsen aufteilt.

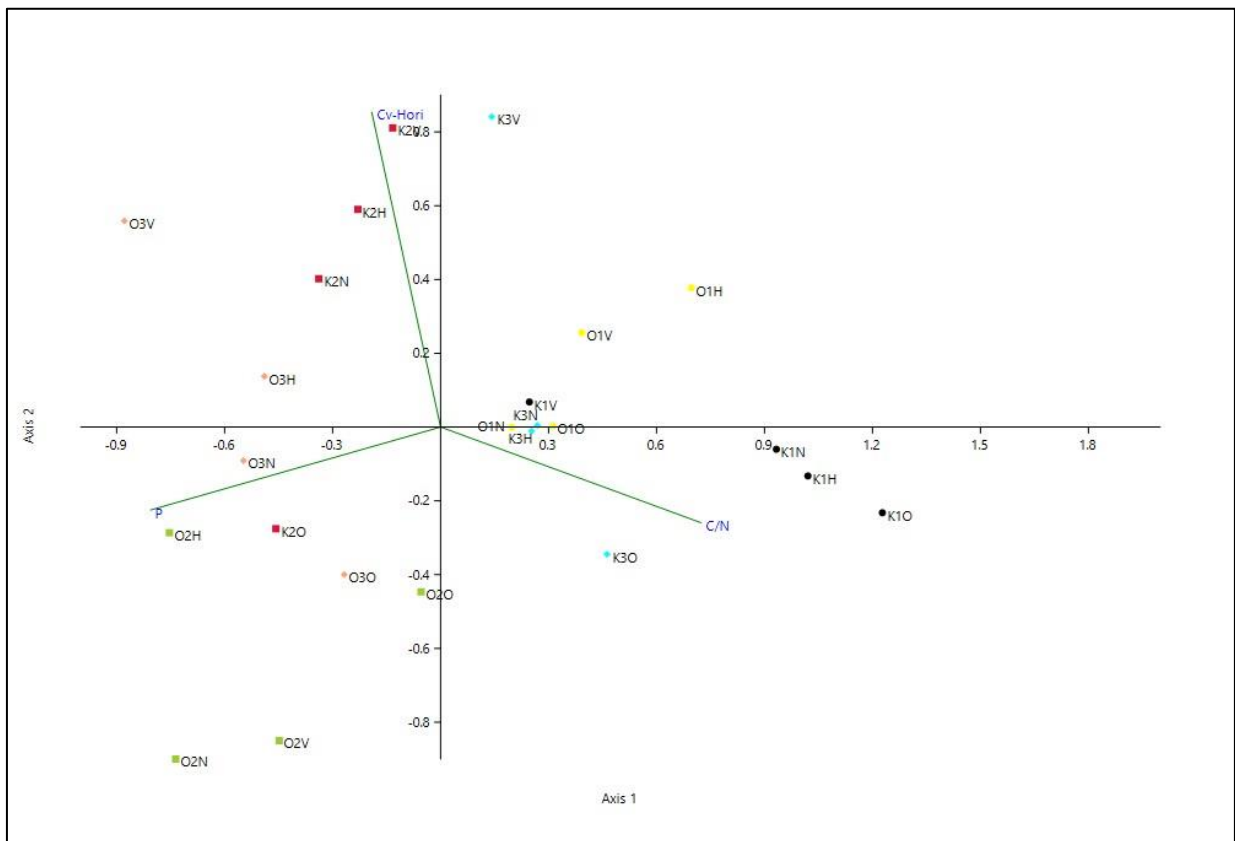
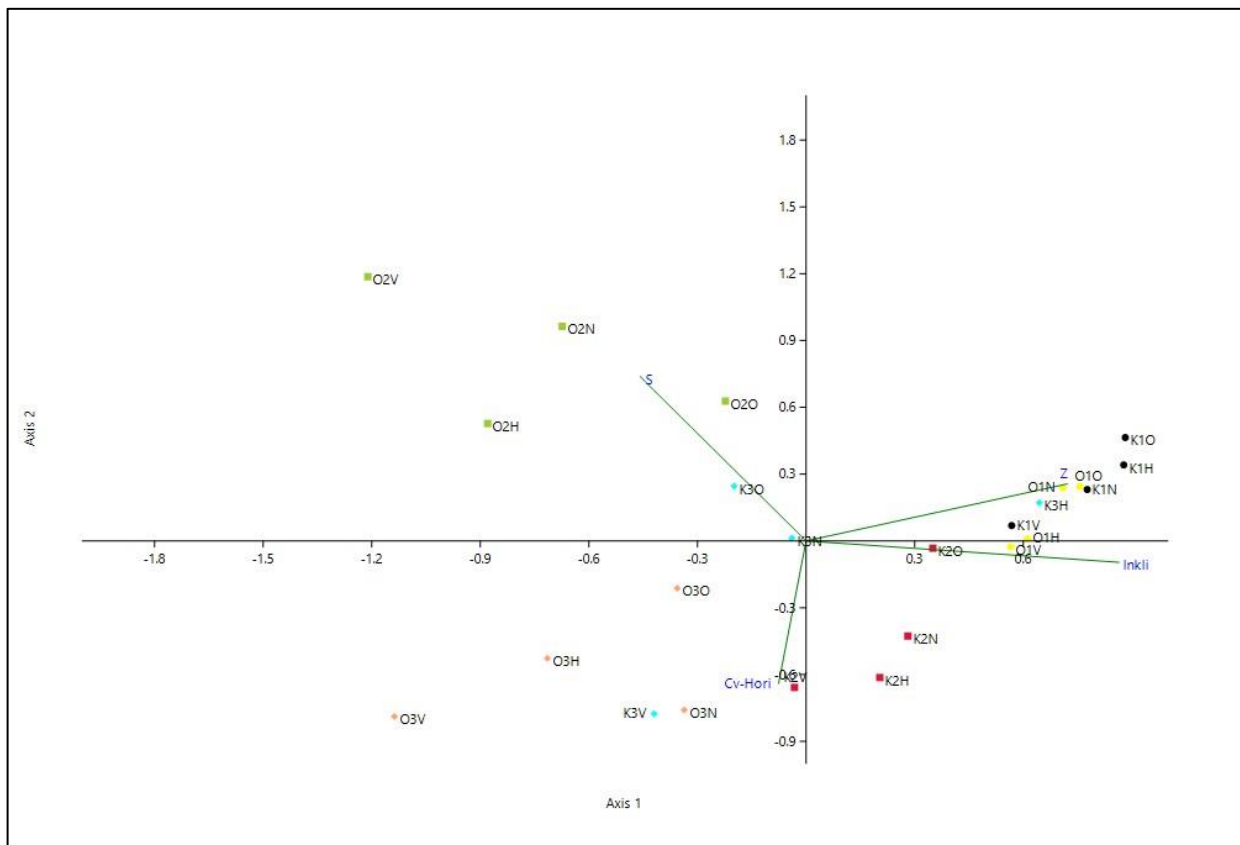


Abbildung 49: CCA-2 (Abundanz-Daten) - Variable: P-Gehalt (P), Cv-Horizont (Cv-Hori), C/N-Verhältnis (C/N)

Die zweite CCA (Abbildung 48) gruppiert weit weniger trennscharf und zeigt eine grobe Aggregation der Standorte O2 und O3 rund um den Vektor des Phosphat-Gehalts. K1 clustert sich bis auf die Aufnahme K1V entlang des Vektors vom C/N-Verhältnis. Der Vektor des Cv-Horizonts erklärt fast den gesamten positiven Bereich der Axis 1 und gruppiert in grobem Ausmaß einen Großteil der verbuschenden Stadien: (K1V), K2V, K3V, O1V, O3V. Einzelne Aufnahmen verschiedener Standorte sind eher diffus im Diagramm verteilt und sind schwierig zuzuordnen. Während die Aufnahme K3O noch stärker mit dem Vektor C/N verknüpft ist, ordnen sich die Aufnahmen K3N und K3H entlang der Axis 2 an und die Aufnahme K3V ist wiederum an den Vektor Cv-Hori gebunden.



Präsenz/Absenz-Daten

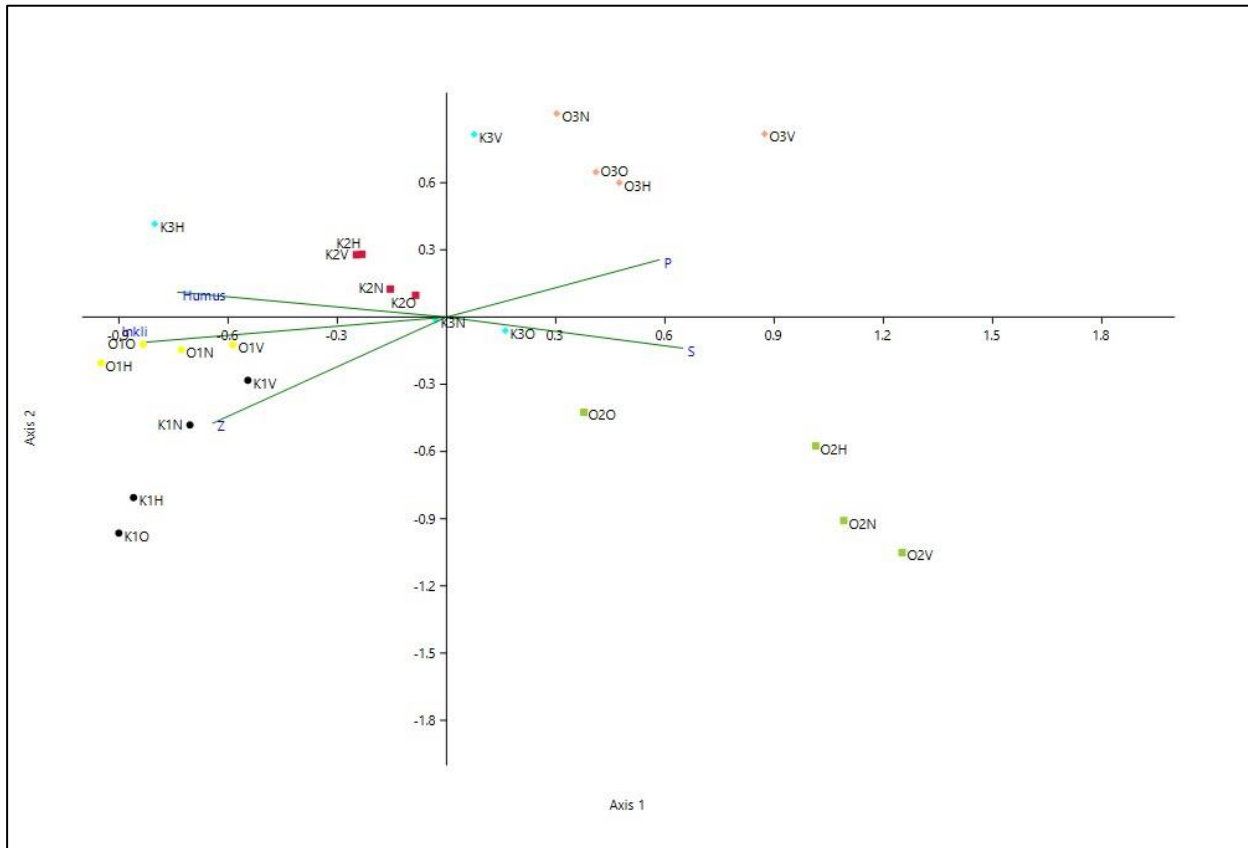


Abbildung 51: CCA-1 (Präsenz/Absenz-Daten) - Variable: Schluff-Gehalt (Z), Inklination (Inkli), Humus-Gehalt, Phosphat-Gehalt (P), Sand-Gehalt (S)

Die erste CCA, die mit der Präsenz/Absenz Datenmatrix errechnet wurde (Abbildung 50), spaltet fünf von sechs Standorte sehr eindeutig entlang der verschiedenen Vektoren auf, nur der Standort K3 ist entlang der verschiedenen Achsen eher diffus verteilt. O2 clustert sich im Bereich des Vektors „S“ = Sand-Gehalt, während sich O3 im Bereich des Vektors „P“ = Phosphat-Gehalt gruppiert. Eine sehr enge Beziehung zur Inklination zeigen die Aufnahmeflächen des Standorts O1. Entlang des Schluff-Gehalt-Vektors ordnen sich die Datenpunkte von K1 an und entlang des Humus-Vektors die Aufnahmeflächen von K2. Humus-Gehalt und Inklination erklären weitgehend den negativen Bereich der Axis 2.

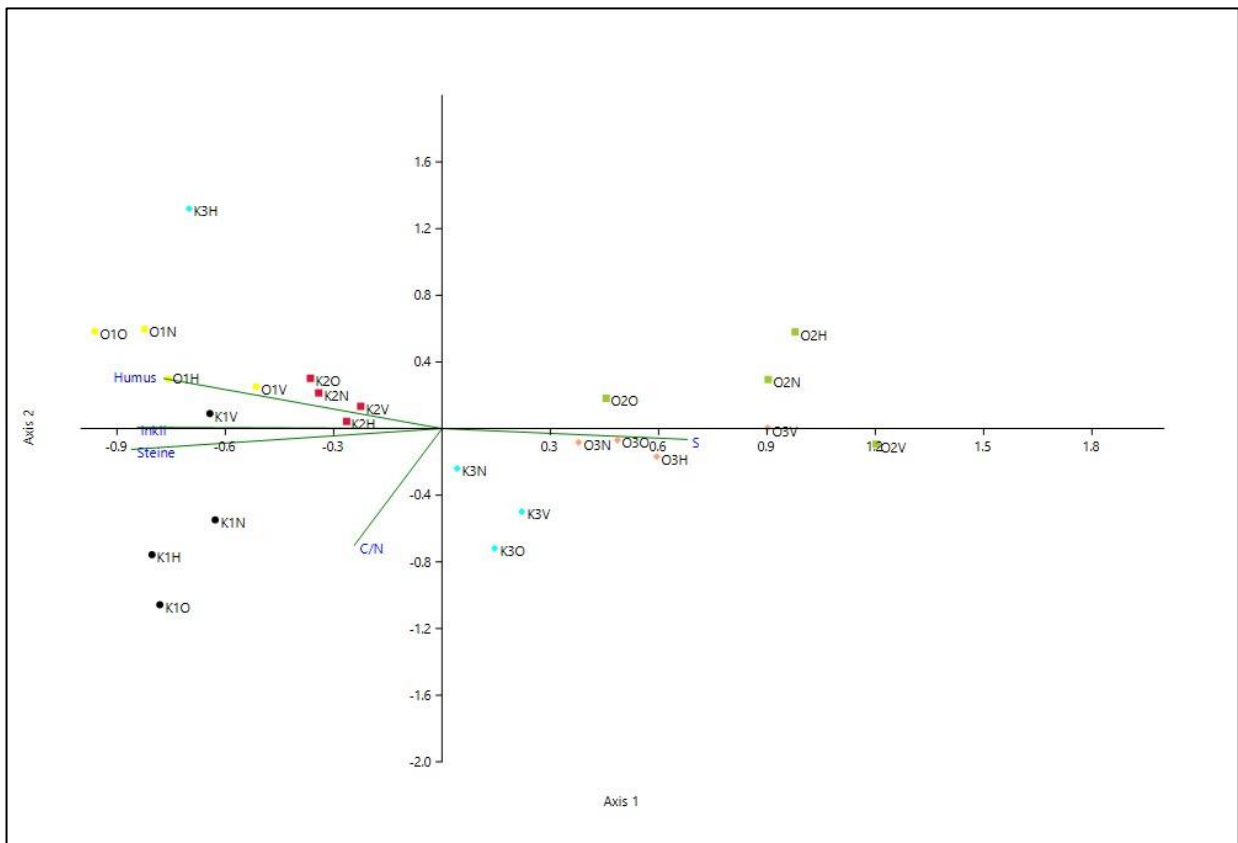


Abbildung 52: CCA-2 (Präsenz/Absenz-Daten) - Variable: Stein-Gehalt, Inklination (Inkli), Humus-Gehalt, C/N-Verhältnis, Sand-Gehalt (S)

Das Diagramm der zweiten CCA für Präsenz-Absenz-Daten der Vegetation (Abbildung 51) zeigt die enge Verknüpftheit von O2 und O3 mit dem Vektor des Sand-Gehalts, welcher im positiven Bereich der Axis 2 angesiedelt ist und diese auch fast vollständig erklärt. Entlang des Vektors, welcher vom Humus-Gehalt erzeugt wurde, clustern sich die Standorte K2 und O1. K1 (außer K1V) liegt im Diagrammbereich zwischen den Vektoren „Steine“ und „C/N“, welche beide negativ korreliert sind. Hingegen ist K3 (außer K3H) im Bereich zwischen „C/N“ und „S“ zu finden, wobei der Standort mit dem C/N-Verhältnis eher negativ und mit dem Sand-Gehalt eher positiv korreliert ist. Des Weiteren ist eine äußerst scharfe Auftrennung (große Distanz) zwischen den beiden Standorten O2 und O3 zu den Standorten K1, K2 und O1 beobachtbar.

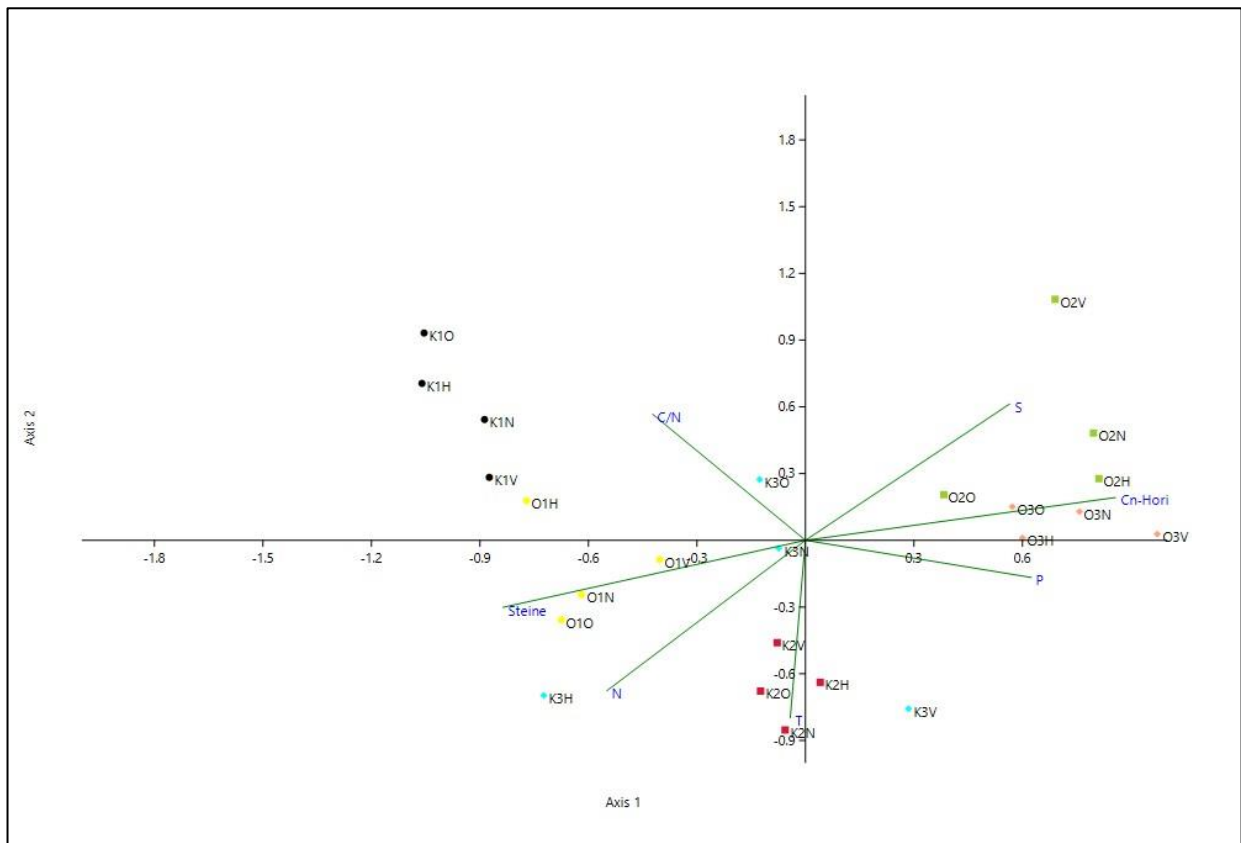


Abbildung 53: CCA-3 (Präsenz/Absenz-Daten) - Variable: Stein-Gehalt, C/N-Verhältnis, Sand-Gehalt (S), Cn-Horizont (Cn-Hori), Phosphat-Gehalt (P), Ton-Gehalt (T), Gesamtstickstoff-Gehalt (N)

Das dritte CCA-Diagramm (Abbildung 52) lässt auf eine enge Verknüpfung des Standortes K2 mit dem Ton-Gehalt (T), welcher negativ korreliert und ziemlich unimodal auf der Axis 1 liegt, schließen, während O1 entlang des Vektors „Steine“ = Stein-Gehalt zu finden ist und mit diesem negativ korreliert ist. Der Standort K1 wiederum ist negativ korreliert mit dem C/N-Verhältnis, wobei eine gewisse Beeinflussung durch den Stein-Gehalt sichtbar ist. Hingegen sind die Standorte O2 und O3 mit dem Cn-Horizont positiv korreliert. Nur die Aufnahme fläche O2V zeigt eine starke Verknüpfung mit dem Sand-Gehalt (S). Die Aufnahme flächen von K3 sind an unterschiedliche Parameter gebunden, während K3O entlang des C/N-Vektors liegt, ist K3H stark negativ mit dem Gesamtstickstoff-Gehalt korreliert und K3V ist wiederum im Bereich des Ton-Gehalt-Vektors zu finden.

Test auf räumliche Autokorrelation

Die Artenzusammensetzung der Vegetation war umso ähnlicher, je näher die Biotope beieinanderlagen ($r_{\text{Mantel}} = 0.57$, $p < 0.0001$). Eine partielle Korrelation = Partial Mantel-Test (räumliche Distanz als Kovariable) der floristischen Ähnlichkeit mit den ökologischen Standortfaktoren ergab einen ebenfalls signifikanten, wenn auch schwächeren Zusammenhang ($r_{\text{Mantel}} = 0.43$, $p < 0.0001$). Daraus kann abgeleitet werden, dass die lokalen Standortfaktoren und nicht alleine die räumliche Nähe für die Artenzusammensetzung der Vegetation verantwortlich sind.

5.4.1 Übersichtstabelle zur Interpretation der CCA's

Untersuchungsgebiet	Code	
Getzersdorf	K1	wird maßgeblich vom C/N-Verhältnis ("weit"), Schluffgehalt (hoch), Steingehalt (hoch) und der Inklination (steil) gesteuert
Groß-Rust	K2	wird stark vom C/N-Verhältnis (eng), Humusgehalt (hoch), Tongehalt (hoch) und der Mächtigkeit bis zum Cv-Horizont (tiefgründiger) gesteuert
Schauerberg	K3	sehr diffuse Aufteilung in den CCA's, kaum Tendenzen sichtbar da Aufnahmeflächen untereinander indifferent sind -> Heterogenität der Bodenverhältnisse
Oberndorf	O1	wird besonders vom C/N-Verhältnis ("weit"), Schluff- (hoch), Stickstoff- (hoch), Stein- (hoch) und Humusgehalt (hoch) und der Inklination (steil) gesteuert
Großer Kölbling	O2	wird stark vom Phosphat- (hoch) und Sandgehalt (sehr hoch), von der Gründigkeit bis zum Cn-Horizont (tiefgründig) und dem Stickstoffgehalt ("niedrig") gesteuert
Hoher Kölbling	O3	ausschlaggebend ist hier vor allem der Sandgehalt (hoch) und die Gründigkeit bis zum Cv-Horizont (tiefgründiger) als auch bis zum Cn-Horizont (tiefgründig) aber auch der Phosphatgehalt (hoch)

Tabelle 8: Übersichtstabelle zur Interpretation der CCA's

Die Angaben in den Klammern der Interpretationen dienen als Hilfestellung um ein klareres Bild zu generieren, sind aber keineswegs als Maßstab für den Vergleich mit anderen Lebensräumen oder etwaigen Analyseergebnissen zu verwenden. Hierfür müssten die tatsächlich gemessenen Werte verwendet werden.

6 Diskussion

Es wird versucht, mit den Ergebnissen die zu Beginn der Arbeit formulierten Forschungsfragen und Hypothesen zu beantworten bzw. die Hypothesen zu verifizieren oder falsifizieren. Wurden weitergehende Erkenntnisse gewonnen, welche nicht in den Forschungsfragen oder Hypothesen niedergeschrieben wurden, wurden die Annahmen und Fragen dahingehend erweitert.

Halb-/Trockenrasen über verschiedenartigen geologischen Einheiten lassen sich aufgrund unterschiedlicher Bodenbeschaffenheit klar voneinander differenzieren.

Die größte vegetationsökologische Einteilung von Halb-/Trockenrasen, nämlich anhand geologischer Formationen (Stichwort Substratsteppen), lässt sich mit den Ergebnissen dieser Arbeit bestätigen, da die geologischen Verhältnisse neben den klimatischen Gegebenheiten die größte Rolle in der räumlichen Verteilung der Vegetation spielen und somit auch viele unterschiedliche Pflanzengesellschaften bedingen und begrenzen, vgl. z.B. SCHRATT-EHRENDORFER 2008: 60. Die beiden, in dieser Arbeit behandelten geologischen Einheiten, zeigen hinsichtlich ihrer Eigenschaften bis auf sehr wenige Parameter (z.B. C/N) signifikante Unterschiede.

Die größten Differenzen zeigen sich im Stein- und Humusgehalt sowie beim Sand- und dem Gesamtkohlenstoffgehalt. Neben all jenen Faktoren ist jedoch am wesentlichsten, dass Konglomeratstandorte eine heterogenere und insgesamt langsamere Bodenentwicklung aufweisen als jene Standorte, welche aus Oncophora-Schichten gebildet sind.

Hintergrund ist, dass sich Konglomerat als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung ähnlich wie festes Gestein verhält, während die typischen Oncophora-Schichten überwiegend aus verfestigten Sanden bestehen und somit wesentlich leichter und schneller verwittern. Anzumerken sei hier, dass die Oncophora-Schichten über einen größeren räumlichen Kontext vielgestaltig sind (vgl. GEBHARDT, 2013) und somit nicht wie bei Konglomerat von einer „einheitlichen“ Verwitterung ausgegangen werden kann. Das Trockenrasen-Biotop in Oberndorf am Gebirge zeige dies mit seinen konglomeratisierten Bänken und Schichten sehr eindrucksvoll.

Was das generelle Relief der Trockenrasen betrifft, sind die Konglomerat-Trockenrasen als wesentlich heterogener zu bezeichnen. Sie zeigen in der Regel Tendenzen Richtung kleiner, offener Felsköpfe und Grob- stoff (Kiesel) an der Oberfläche, dies bedingt eine gewisse Lückigkeit der Rasen und ermöglicht Raum für Lückenkeimer und besonders xerophytische Pflanzenarten. Hingegen können die Oncophora-Trockenrasen als homogener bezeichnet werden, daraus resultieren tendenziell weniger Offenboden und im weiteren Sinne auch ein homogenerer Aufbau der Vegetationsdecke. Der hohe Sandanteil und die tiefgreifende

Aufmürbung des Ausgangsmaterials bedingt ein vermehrtes Auftreten von Arten mit pontisch-pannonischem Schwerpunkt, festzustellen z.B. an den Abundanzen von *Festuca rupicola* (vgl. SCHRATT-EHRENDORFER, 2008).

Die Betrachtung der Heterogenität einer geologischen Formation spielt somit eine essenzielle Rolle, um einen ersten Einblick in die mögliche Heterogenität von Halb-/Trockenrasen in einem Landschaftsraum zu bekommen.

Trockenrasen-Biotope unterscheiden sich anhand von Bodeneigenschaften voneinander.

Der Standortvergleich der sechs Trockenrasen brachte die wohl weitreichendsten Erkenntnisse und erwies sich in dieser Arbeit am trennschärfsten. In diesem Kontext können selbst einzelne Trockenrasenstandorte derselben geologischen Einheit unterschieden werden. Mit bestimmten Bodenparametern können einzelne Trockenrasen charakterisiert und sozusagen als eigene Typen innerhalb der jeweiligen geologischen Einheit abgegrenzt werden.

Während die Böden der Trockenrasen am Hohen und am Großen Kölbling über den sehr hohen Sand- und Phosphatgehalt des Bodens sowie die tiefe Aufmürbung des Ausgangsmaterials (Cv-Horizont bis 100 cm Tiefe erreicht) charakterisiert und gegen die anderen Trockenrasen abgetrennt werden können, ist der Boden aus Oncophora-Schichten am Kogelberg in Oberndorf am Gebirge vor allem durch den hohen Schluff- und Stein-Gehalt (konglomeratisierte Bänke) gekennzeichnet, aber auch durch ein weiteres C/N-Verhältnis und einen hohen Gesamtstickstoff-Gehalt. Ähnlich zu typisieren ist auch der Boden des Halbtrockenrasens bei Getzersdorf, wobei an beiden Trockenrasen-Standorten die Inklination als Variable ebenfalls eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen dürfte.

Der Boden des Konglomerat-Halbtrockenrasens bei Groß-Rust charakterisiert sich wiederum durch einen hohen Ton- und Humusgehalt, wie auch durch ein enges C/N-Verhältnis. Schlussendlich ist der Boden des Trockenrasenkomplexes am Schauerberg als äußerst heterogen in sich selbst zu bezeichnen, was sich primär in einem kleinflächigen Wechsel im Ton- und Humusgehalt wie auch in der Mächtigkeit des Bodenaufbaus widerspiegelt.

Die beträchtlichen Unterschiede zwischen den Böden der Halbtrockenrasen können durch die Heterogenität der jeweiligen geologischen Formation und somit des Ausgangsmaterials für die Bodenbildung erklärt werden. Auch wenn es rein bodentypologisch nur zu wenigen Unterscheidungen kommt, so sind doch auch innerhalb eines Bodentyps, wie z.B. der Pararendzina, große Variabilitäten möglich. Im Allgemeinen sind tertiäre Ablagerungen, zu denen beide hier behandelten geologischen Einheiten gehören, oftmals vielgestaltig und heterogen in ihrer Schichtabfolge (vgl. THENIUS, 1974). So kann es durchaus bei Vergleichen verschiedener, räumlich unabhängiger Halb-/Trockenrasen derselben geologischen Einheit

zu erheblichen Unterschieden in Bezug auf das Ausgangsmaterial kommen. Da es für den Halb-/Trockenrasen von großer Bedeutung ist, welche Eigenschaften der Boden, der sich daraus entwickelt hat, besitzt, kann daraus geschlossen werden, dass es notwendig ist, jeden räumlich abgetrennten Trockenrasen-Standort hinsichtlich seiner Bodenverhältnisse genau zu untersuchen. Denn anhand der Ergebnisse dieser Arbeit kann nicht davon ausgegangen werden, dass Halb-/Trockenrasen derselben geologischen Einheit auch immer die gleichen Bodeneigenschaften aufweisen, sondern vielmehr äußerst different sein können.

Wie stark ändert sich die Artenzusammensetzung zwischen den unterschiedlichen Aufnahmeflächen der einzelnen Halb-/Trockenrasen?

Mit zunehmender Bodenentwicklung ändert sich auch die Artenzusammensetzung und -abundanz der Vegetation.

Einzelne Bodenparameter ändern sich bei zunehmender Bodenentwicklung.

Sukzessionsstadien lassen sich anhand von Bodenparametern unterscheiden.

Betrachtet man ein Trockenrasen-Biotop für sich alleine, stellt man sowohl Änderungen in den Abundanzen einzelner Arten als auch Veränderungen im Artenset fest. Bei den Gräsern dominiert überwiegend *Bromus erectus*, dessen Dominanz sich auf den verschiedenen Sukzessionsstadien kaum ändert, in dieser Hinsicht sei angemerkt, dass eine zu hohe Bromus-Dominanz für bestimmte Trockenrasengesellschaften von Nachteil ist, da hier offensichtlich bereits eine Verschiebung der Abundanz-Verhältnisse stattgefunden hat und sich der Rasen in einem Stadium der Verarmung befindet (nach NATURSCHUTZ-BUND, 2012). Auf den hochwüchsigeren und verbuschenden Aufnahmeflächen steigt der Anteil von mesophileren Gräsern wie *Brachypodium pinnatum*. Wertvolle Trockenrasenarten wie *Pulsatilla grandis* werden bei den verbuschenden Stadien nicht mehr vorgefunden. Es kommt somit nicht nur zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung, sondern auch zu einem „switch“ in der Artengarnitur.

Die Betrachtung der Sukzessionsstadien über alle sechs Biotope hinweg bringt jedoch wenig Erfolg, die einzelnen Trockenrasen sind untereinander zu heterogen in ihrer Vegetationsdecke, vor allem aber was ihren aktuellen Zustand betrifft. Daher ist es schwierig über Biotope hinweg für einzelne Sukzessionsstadien Vergleiche anzustellen. Sinnvoller erscheint die Beurteilung eines definierten Sukzessionstadiums mithilfe eines bestimmten Parameters, daraus kann geschlossen werden, inwieweit einzelne Stadien über Biotope hinweg vergleichbar sind. Die erhobenen laboranalytischen Bodenparameter geben in diese Richtung zum Großteil jedoch ebenfalls wenig Aufschluss, zumindest was die laboranalytischen Ergebnisse betrifft. Die Feldbodenkunde bringen in dieser Thematik mehr Aufschluss, die Mächtigkeit des A-Hori-

zonts und die Mächtigkeit des Bodenaufbaus bis zum aufgemürbten Ausgangsmaterial (Cv-Horizont) zeigen über die vier Sukzessionsstadien einen eindeutigen Gradienten hin zu einer fortgeschritteneren Bodenentwicklung.

Der A-Horizont, ergo der humose Oberboden, besitzt vor allem bei dem verbuschenden Sukzessionsstadium eine größere Mächtigkeit, ebenso verhält es sich mit der Mächtigkeit des Bodens bis zum aufgemürbten Ausgangsmaterial, unter den offensten Stellen der Halb-/Trockenrasen ist auch der Bodenaufbau offensichtlich am wenigsten fortgeschritten, folglich nimmt die Mächtigkeit in die wüchsigeren Bereiche hin kontinuierlich zu. Die Mächtigkeit bis zum Cv-Horizont, welche sich vor allem auf den Wasserhaushalt des Bodens auswirkt, erweist sich als besonders trennscharf, so gruppiert sich in den Ordinationen vor allem die verbuschenden Stadien (tiefgründigste Böden) rund um den Vektor der Cv-Horizonts.

Dies darf aber keinesfalls so verstanden werden, dass sich der Bodenaufbau seit einer Nutzungsaufgabe, oftmals in den letzten 50 Jahren, so unterschiedlich schnell verändert oder entwickelt hat, sondern dies sind Gegebenheiten, welche über Jahrhunderte und Jahrtausende entstanden sind und die natürliche Heterogenität eines Halb-/Trockenrasens bedingen. Daraus lässt sich schließen, dass gerade Halb-/Trockenrasen mit kleinflächig wechselndem, unterschiedlich mächtigem Bodenaufbau das typische Mosaik aus Offenflächen und Strauchinseln ausbilden.

Inwieweit sich Bodenparameter innerhalb eines Halb-/Trockenrasens ändern, konnte mit dieser Arbeit nicht vollständig geklärt werden, für diese Fragestellung wäre eine Flächenbeprobung der sinnvollere Weg gewesen, allerdings ist festzustellen, dass es zumindest bei den chemischen Bodenparametern nicht zu beträchtlichen Skalensprüngen gekommen ist und somit keinesfalls einen bedeutend anderen Chemismus im Boden bedingt. Hinsichtlich der Flächengröße der meisten Halb-/Trockenrasen in Österreich dürften diese Erkenntnisse auch auf andere Halb-/Trockenrasen anwendbar sein, Ausnahmen bilden hier Biotope, auf denen sich innerhalb einer Fläche die geologischen Gegebenheiten drastisch ändern, wie es z.B. bei den Marmorbändern im sonst sauren Gestein auf den Trockenrasen bei Spitz an der Donau in der Wachau der Fall ist.

Festzustellen ist auf jeden Fall, dass verbuschende Stadien eines Halb-/Trockenrasens, sofern sie nicht durch das Relief (z.B. Muldenlage) oder starke Beschattung bedingt sind, durchaus auf einen „besser“ entwickelten Boden zurückzuführen sind. Zwischenstadien wie versaumende Bereiche eines Rasens sind kaum möglich mit Bodenparametern zu beschreiben, dies betreffend dürften wohl andere Faktoren (Verfilzung, Streuauflage etc.) eine größere Rolle spielen.

Welche Gewichtung haben einzelne Bodenparameter (z.B. pH-Wert) für die Gesamtbeurteilung der Bodenbeschaffenheit eines Halb-/Trockenrasens?

Die Analysen und Aufnahmen lassen auf eine besondere Relevanz der feldbodenkundlichen Ansprache schließen. Hier wurden vor allem bei den Horizontmächtigkeiten, aber auch bei der Abschätzung des Steingehalts sehr trennscharfe Ergebnisse erzielt. Diese Bodeneigenschaften bedingen den Wasserhalt eines Bodens in größtem Maße und ermöglichen eine Beurteilung hinsichtlich Trockenheit eines Standortes. Dennoch ist eine laboranalytische Untersuchung von Bodenproben oftmals unumgänglich, nur mit diesen Ergebnissen können abgesicherte Werte für wichtige Parameter wie die Verteilung der Fraktionen in der Korngrößenanalyse oder das C/N-Verhältnis produziert werden.

Bei Böden mit sehr geringem oder nicht vorhandenem Grobstoffgehalt ist es umso wichtiger, eine verlässliche Korngrößenanalyse für die Beurteilung des Wasserhaushalts zur Verfügung zu haben. Größte Schwierigkeiten ergeben sich bei der Bestimmung des Steingehalts bei Böden mit hohem Grobstoffanteil, so wichtig es auch für eine Beschreibung der Wasserverhältnisse wäre, wurde jedoch keine verlässliche Methode gefunden, um die benötigten volumengetreuen Proben zu gewinnen. Die normalerweise verwendeten Stechzylinder oder Kastenformen sind bei Böden wie denen aus Konglomerat völlig ungeeignet, da der hohe Steingehalt schon in den ersten 20-30 cm ein Einschlagen dieser Metallformen unmöglich macht. Hat man nur steinarmer oder steinfreier Böden auf Trockenrasen zu untersuchen, sollte die genaue Bestimmung der Wasserhaltekapazität einer ungestörten Bodenprobe jedoch auf jeden Fall erfolgen, da hier natürlich auch das Porensystem und die Aggregatform im Boden eine große Rolle spielt.

Insgesamt muss ohnehin der Boden in allen Fällen einer Untersuchung als Gesamtes betrachtet werden und darf nicht an Einzelparametern wie dem Steingehalt beschrieben oder gar beurteilt werden.

Welche Bodenfaktoren spielen eine Rolle beim Ablauf einer Sukzession und wie beeinflussen sie vor allem die Geschwindigkeit einer solchen?

Je besser ein Boden entwickelt ist, desto schneller verläuft die natürliche/sekundäre Sukzession auf einem Halb-/Trockenrasen.

Diejenigen Standorte mit einem mächtigeren, humosen Oberboden und einer tiefgreifenderen Bodenentwicklung (Entwicklung einer Braunerde) waren auch jene, welche die stärkste Verfilzung und den dichtesten Bewuchs aufwiesen. Tendenziell wurden hier auch die engsten C/N-Verhältnisse gemessen, welche auf eine schnellere Umsetzung der organischen Substanz schließen lassen (vgl. KILLHAM, 1994). Diese Bodeneigenschaften sind besonders auf homogenen Halb-/Trockenrasen (ohne flachgründige oder steile

Bereiche) bedenklich, da hier mit einer raschen Verfilzung ein schnelles Verschwinden wichtiger Arten einhergehen dürfte, aufgrund des Fehlens von den oben genannten flachgründigeren Bereichen, welche als Rückzugsinseln verstanden werden können.

Dass die Sukzession auf nur mäßig flachen und homogenen Halb-/Trockenrasen dennoch vergleichsweise langsam vonstattengehen kann, ist mit der unterschiedlichen Wasserdurchlässigkeit und somit auch Trockenheit der Böden erklärbar.

Falls unter den oberen Horizonten sehr durchlässige Schichten aus aufgemürbtem Ausgangsmaterial mit hohem Sandanteil zu finden sind, bedingt dies eine rasche Trockenklemme bei länger andauernden Trockenperioden aufgrund des schnell abfließenden Wassers (vgl. SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 2010). Dies könnte mitunter das noch immer sehr gute Artenset des Halbtrockenrasens am Hohen Kölbling begründen.

Gut entwickelte Böden mit mäßig stauender, nicht zu schwerer Textur und Struktur in den unteren Horizonten auf gering geneigtem oder flachem Relief sind demnach für einen Halb-/Trockenrasen die schlechtest mögliche Bodensituation und weisen unter normalen Umständen (klimatisch etc.) die schnellsten Sukzessionsraten auf. Das Konglomerat ist eines der extremsten Substrate hinsichtlich der Trockenheit. Einerseits bilden sich aus Konglomerat oftmals nur sehr flachgründige, schlecht entwickelte Böden mit hohem Steingehalt, und andererseits verwittert das Ausgangsmaterial dahingehend, dass in der Konglomeratvermittlung Risse entstehen, die zusätzlich Versickerungswasser rasch ableiten. Daraus kann geschlossen werden, dass Konglomerat als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung und somit Untergrund eines Halb-/Trockenrasens hinsichtlich der Sukzessionsgeschwindigkeit ein bremsender Faktor ist, ebenso der hohe Sandgehalt im Unterboden der beiden Kölbling-Halbtrockenrasen.

Wie präzise hat eine Bodenuntersuchung und -ansprache zu sein, um detaillierte Aussagen über das jeweilige Trockenrasen-Biotop und dessen Gefährdung liefern zu können?

Die Bodenbeschreibung und -analyse zeigte, was erfahrene Bodenkundler/Innen oftmals anmerken, nämlich dass eine räumlich zu enge Beprobung des Bodens mehr Unklarheiten schafft, als sie Erkenntnisse liefert.

Da die Ergebnisse des Standortvergleiches auf eine hohe Variabilität hinweisen, ist es umso wichtiger, in Zukunft Methoden anzuwenden, welche die Bodenbeschaffenheit eines gesamten Halb-/Trockenrasens explizit beschreiben und man anhand dieser die Situation und auch Gefährdung ableiten kann. Hierfür wäre eine flächige Beprobung, die in festgelegten Abständen zu erfolgen hat, ein möglicher Verfahrensaufbau. Auf sehr heterogenen Halb-/Trockenrasen mit oftmals wechselnder Bodenbeschaffenheit ist dies natürlich ein schwieriges Unterfangen und ab einem gewissen Grad sicherlich nicht immer sinnvoll.

Flächige Beprobungen sollten ohnedies erst auf sehr großen Halb-/Trockenrasen (z.B. Perchtoldsdorfer Heide) zur Anwendung kommen. Dann jedoch können die Ergebnisse einer solchen Untersuchung wertvolle Informationen über den (Boden-)Aufbau des Halb-/Trockenrasens liefern und somit ausschlaggebend für die Beurteilung der Gefährdungssituation sein. Des Weiteren wäre mit den erhobenen Daten einer solchen Flächenbeprobung auch die Erstellung einer Bodenkarte möglich, die Teil der grundlegenden Informationsquellen zur Ausarbeitung eines Managementplans in Trockenrasen-Schutzgebieten sein kann.

Wie stark beeinflusst der Standortfaktor Boden das Gefährdungspotential von Halb-/Trockenrasen?

Die aktuelle Nährstoffsituation als eine neue Hauptkomponente im Boden von Halb-/Trockenrasen?

Der Boden als gesamtes Wirkungsspektrum und Standortfaktor auf einem Halb-/Trockenrasen fungiert nach den Erkenntnissen dieser Arbeit als eine Hauptkomponente dieses Lebensraumes. Der Boden, ausgehend vom Ausgangsmaterial der Bodenbildung, sowie der Chemismus eben jenes Bodens entscheidet neben den klimatischen Einflüssen nicht nur über die Zusammensetzung der Vegetation, sondern auch wie schnell sie sich nach einer Nutzungsaufgabe verändern kann und durch andere Pflanzengesellschaften ersetzt wird.

Mit zunehmender Steilheit eines Halb-/Trockenrasens spielt ab einem gewissen Punkt auch dieser Faktor eine bedeutende Rolle. Auf sehr steilen Halb-/Trockenrasen, ab ca. 30° Neigung, dürfte die Inklinasion ein Hauptfaktor in Bezug auf eine Sukzessionsverlangsamung sein. Dennoch sei hier angemerkt, dass Bodenfaktoren wie Seichtgründigkeit über festem Ausgangsmaterial auch bei dieser Steilheit weiterhin eine bedeutende Rolle zukommt, da das Oberflächenwasser unter solchen Bedingungen keinesfalls in tieferen Bodenschichten gespeichert werden kann und somit auch den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung steht.

Seit der intensiven Verwendung von Düngemitteln und in diesem Zusammenhang auch die Verbreitung dieser über den Wind muss auf die Nährstoffsituation von Halb-/Trockenrasen vermehrt Rücksicht genommen werden. Zu dieser Thematik liefert die Arbeit erschreckende Ergebnisse hinsichtlich des Gehalts von Stickstoff in den Böden. Möglicherweise kommen die hohen Gehalte an Stickstoff von der jahrzehntelangen Verabsäumung von Mahd und/oder Beweidung, sehr wahrscheinlich ist aber ebenso ein verstärkter Eintrag über die Luft, da sogar die felssteppenartigen, sehr steilen Bereiche in Oberndorf am Gebirge äußerst hohe Stickstoffwerte aufweisen.

Vergleicht man normale Grünlandstandorte, so weisen diese einen Gesamtstickstoff-Gehalt im humosen Oberboden (Ah-Horizont) von 2-6 g N/kg auf (vgl. SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 2010), die untersuch-

ten Halbtrockenrasen weichen erstaunlicherweise von diesen Angaben kaum ab, sie enthalten in den ersten 10 cm 2,4-7,4 g N/kg. Umso bedenklicher sind diese Werte, wenn man Eutrophierungszustände von Trockenrasen in der Literatur betrachtet, so wurden in Deutschland Trockenrasen mit 1,6 g N/kg (0-30 cm) als eutrophiert bezeichnet (vgl. HIEROLD, 1994).

Dem Stickstoffeintrag über die Luft wurde in den letzten Jahren vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt und so finden sich bereits zahlreiche Studien über dessen negative Auswirkungen auf die Vegetation/Diversität von Grasland. STEVENS et al (2010) verweisen in den Ergebnissen ihrer Arbeit auf die reduzierte Diversität unterschiedlicher Organismengruppen (Flechten, Gräser etc.) von Wiesen- und Rasengesellschaften, aufgrund einer langjährigen Stickstoff-Deposition. Dass bereits ein geringer Anstieg in der Stickstoff-Deposition markante Auswirkungen für die Artenzusammensetzung bedeuten kann, fanden PAYNE et al. (2013) bei ihren Forschungstätigkeiten heraus. In diesem Artikel wird des Weiteren festgestellt, dass vor allem „unbelastete“ Gebiete bzw. Vegetation besonders stark von einem erhöhten Stickstoff-Eintrag getroffen wird/werden und hier die ökologisch größten Änderungen stattfinden. Die Mechanismen dahinter sind vielschichtig, der Reduzierung der Artenzahl in den Pflanzengesellschaften liegt aber die erhöhte Konkurrenz um Licht und die höhere Biomasse zu Grunde (vgl. z.B. GOLDBERG & MILLER, 1990).

Höhere Stickstoffgehalte führen offensichtlich zu tiefgreifenden Problemen in Pflanzengesellschaften, welche an nährstoffarme Verhältnisse angepasst sind. Verschiebungen im Biomasseverhältnis zwischen Wurzel und Spross können nicht nur zu erhöhter Transpiration führen, sondern scheinbar auch die Mykorrhiza-Aktivität beeinflussen, sowohl im negativen als auch im positiven Sinne (vgl. BOBBINK, 1998). Betreffen die positiven Effekte Arten, die an der Versaumung beteiligt sind, hat das für den Halb-/Trockenrasen eine zusätzliche negative Auswirkung, da diese Arten dadurch weiter in ihrer Vitalität und Konkurrenzstärke gefördert werden.

Der Stickstoffgehalt hat direkt mit dem C/N-Verhältnis zu tun, welches sich unerwarteter Weise in den meisten Proben als ebenfalls Trockenrasen-untypisch erwies. Mit Verhältnissen von ca. 11-15 sind die untersuchten Halbtrockenrasen nicht weit entfernt von C/N-Verhältnissen auf heutigen Äckern in der gemäßigten Zone, nach ROWELL 1994 haben diese ein durchschnittliches C/N-Verhältnis von 10, je nach Literatur würden sie sogar auf einer Stufe mit den Äckern stehen, da das empfohlene Verhältnis für landwirtschaftlich genutzte Böden nach KILLHAM 1994 bei circa 20 liegt.

Was für einen Ackerstandort als sehr gut bezeichnet wird, muss für einen Halb-/Trockenrasen äußerst kritisch gesehen werden. Denn falls genügend Wasser zur Verfügung steht, funktioniert die Umsetzung der organischen Substanz durch Mikroorganismen bei diesen C/N-Verhältnissen bereits sehr effektiv, was wiederum höhere Produktivität für den Standort und somit eine Gefährdung für den Lebensraum Halb-/Trockenrasen, durch raschere Sukzession, bedeutet.

Bei zukünftigen Studien in Bezug auf die Gefährdungssituation von Halb-/Trockenrasen muss des Weiteren auch ein Schwerpunkt auf die genaue Erfassung des Phosphors als Nährelement gelegt werden. So verweist VENTERINK (2011) auf eine erhöhte Artendiversität bei Vorhandensein einer Phosphor-Limitierung bzw. eines ungünstigen N/P-Verhältnisses.

Vergleich zu den Arbeiten von DENK (2000 & 2005)

Bezogen auf den Zustand der Pflanzengesellschaften und generell der Artengarnitur wurden bewusst keine exakten Vergleiche zu den Arbeiten von DENK (2000 & 2005) angestellt. Sehr wohl wäre eine Gegenüberstellung zum damaligen Zustand der Biotop interessant gewesen, auch hat DENK etliche Vegetationsaufnahmen auf diesen Biotopen erarbeitet, aber aufgrund der fehlenden Verortung der Aufnahmeflächen wäre es reine Mutmaßung, Vergleiche zu seinen Daten anzustellen. Aus den Biotopbeschreibungen und den dazugehörigen Artenlisten seiner Arbeiten kann jedoch abgeleitet werden, dass sich der Zustand der untersuchten Halbtrockenrasen in keinem einzigen Fall verbessert hat, sondern vielmehr über alle untersuchten Halbtrockenrasen hinweg schlechter geworden ist. Das fehlende Management der Flächen dürfte in den letzten knapp 20 Jahren dazu geführt haben, dass bereits besonders wertvolle Arten in gewissen Biotopen verschwunden sind, so wurde z.B. am Hohen Kölbling die Orchidee *Neotinea* (=Orchis) *ustulata* nicht mehr gefunden und auch *Stipa eriocalis* ist am Halbtrockenrasen in Getzersdorf offenbar nicht mehr vorhanden.

Darüber hinaus hat sich offensichtlich der Grad der Versaumung und Verbuschung in allen Biotopen wesentlich erhöht, gleichzeitig verloren die offenen Rasenflächen weiter an Raum.

Aus diesen Vergleichen kann zumindest geschlossen werden, dass sich der Zustand dieser Halbtrockenrasen weiter verschlechtert hat.

7 Fazit & Ausblick

Kein Halb-/Trockenrasen gleicht dem anderen vollkommen, die Bodenuntersuchung gibt Einblick in die Heterogenität dieses Lebensraumtyps, welche sich nicht nur auf die arten- und abwechslungsreiche Vegetation beschränkt, sondern sich auch unter der Bodenoberfläche fortsetzt. Mit Bodenansprachen und -analysen können Trockenrasenbiotope eingeteilt und beurteilt werden. Die Bodenverhältnisse dürften neben anderen Faktoren (Klima, Eutrophierung, Neophyten...) hauptverantwortlich für die Geschwindigkeit der Sukzession sein. Halb-/Trockenrasen auf gut entwickelten Böden aus „unauffälligem“ Ausgangsmaterial (keine Extreme wie Konglomerat etc.) sind besonders gefährdet, einer raschen Sukzession zu unterliegen.

Der Umfang der Arbeit erlaubte leider nicht die Abdeckung von andersartigen geologischen Einheiten, welche etwa einen beträchtlich anderen Chemismus aufweisen wie z.B. saure Böden in der Böhmisches Masse. Dahingehend wären zukünftige Arbeiten in diesem Gebiet wünschenswert, um entsprechende Vergleiche und Schlussfolgerungen generieren zu können. Vor allem für große Halb-/Trockenrasenkomplexe wie die Perchtoldsdorfer Heide oder den Thenauriegel als Ausläufer des Leithagebirges wären weitere Untersuchungen erstrebenswert, allerdings mit einem anderen Ansatz, welcher die flächenmäßige Beprobung der Biotope verfolgt.

Dies betreffend wird von einer Beprobung nach Vegetationseinheiten bzw. Vegetationsunterschieden als Grundlage des Stichprobendesigns abgeraten, da auf großen Halb-/Trockenrasen oftmals nicht (mehr) genau bekannt ist, seit wann bestimmte Teilflächen brach liegen. Die Folgen wären eine falsche Beprobungsweise und mangelhafte Ergebnisse, da man von der aktuellen Vegetationssituation ausgeht und nicht von dem, was dort möglicherweise einmal gewesen ist. Denn auf entsprechenden Böden kann mit geeigneten Bewirtschaftungsmaßnahmen auch aus naturschutzfachlich minderwertigen, eventuell schon stark verbuschten Biotopflächen wieder ein hochwertiger Rasentyp entstehen.

Entscheidend wird auch sein, dass Grundsatzdiskussionen, z.B. ob Trockenrasenbiotope primärer oder sekundärer Natur sind, tendenziell außen vor gelassen werden und dass man sich vermehrt auf die Nährstoffsituation bzw. die Bodenverhältnisse der Trockenrasen-Biotope konzentriert. Dahingehend sollten möglichst viele unterschiedliche Sukzessionen auf Halb-/Trockenrasen verfolgt und auch bodenkundlich analysiert werden

7.1 Naturschutzfachlicher Nutzen von Bodenuntersuchungen

Vorausgesetzt die Bodenuntersuchung wird korrekt durchgeführt, kann eine solche von hohem Nutzen für den Naturschutz und im Speziellen für seine Anwendung sein. Vor allem in großen Halb-/Trockenrasen-Schutzgebieten besteht die Möglichkeit, mithilfe von Bodendaten, einen effizienten Managementplan für bestimmte Rasenflächen oder das gesamte Schutzgebiet zu entwickeln. Darüber hinaus kann es mit solch einer Datengrundlage leichter werden, konkrete Ziele festzulegen, wohin sich Rasenflächen entwickeln sollen und auch können. Flächen, die hinsichtlich ihrer Bodenbeschaffenheit sehr hochwertige Rasentypen beherbergen könnten, würden dann möglicherweise anders gemanagt werden. Dementsprechend würden Bodendaten die Entscheidungsfindung hinsichtlich Mahd vs. Beweidung möglicherweise vereinfachen bzw. beschleunigen.

Ein weiterer Aspekt ist die Möglichkeit, mit den gewonnenen Daten über den Boden interessante Informationsquellen (wie z.B. Info-Tafeln) für Besucher von Halb-/Trockenrasen zu generieren. So könnte der Lebensraum Halb-/Trockenrasen als Gesamtes den Menschen näher gebracht werden und vielleicht noch mehr Leute begeistern und ermutigen, sich für seine Erhaltung einzusetzen.

7.2 Zukunft der Untersuchungsstandorte - Naturschutzstrategische Einschätzung

Die untersuchten Halbtrockenrasen im Unteren Traisental sind allesamt äußerst schützenswert, ehemals in einer reichen Kulturlandschaft gelegen, fungieren sie mittlerweile als nur mehr zerstreut vorkommende, aber essenzielle Trittsteinbiotope und letzte Rückzugsorte für seltene und geschützte Arten der Trockenrasenlebensräume. Sie sollten nicht nur alsbald geschützt werden, sondern es besteht auch dringender Handlungsbedarf hinsichtlich der Pflege und Wiederaufnahme einer naturschutzgerechten Bewirtschaftung. Besonders am Hohen und Großen Kölbling wird es ohne entsprechende Maßnahmen in den nächsten Jahren zu einer weiteren, drastischen Verarmung der Biotope kommen.

Da es sich nur mehr um weit verstreut vorkommende relativ kleine Einzelflächen handelt, besteht kaum Hoffnung auf eine Unterschutzstellung im Zuge des Natura 2000-Netzwerkes. Daher sollten individuelle Konzepte gefunden werden, um sie zu erhalten. Mit seiner Größe ist der Trockenrasen-Komplex am Schauerberg für eine Beweidung geeignet, alte Aufzeichnungen (3. Landesaufnahme) belegen auch, dass diese Fläche schon im 19. Jahrhundert freilich als Weide diente (mündl. Mitt. WRBKA, 2016), auch das Halbtrockenrasen-Biotop bei Groß-Rust wäre für eine Wiederaufnahme der Beweidung (wurde in der Vergangenheit mit Schafen beweidet) gut geeignet.

Bei allen anderen untersuchten Halbtrockenrasen ist eine Mahd zu empfehlen und diese Form der Pflege bzw. Bewirtschaftung wurde früher sicherlich auf diesen Flächen praktiziert. Für diese kleinen Halbtrockenrasen liegt die Hoffnung betreffend der Erhaltung eindeutig bei Gemeinden und Vereinen.

Die generelle Situation der Trockenrasenlebensräume im Traisental ist aktuell leider als sehr prekär zu bezeichnen. In den vergangenen Jahrzehnten waren es die herben Flächenverluste, die den Lebensraumtyp dezimiert haben, und in neuerer Zeit kamen verstärkt die Neophyten hinzu, bei denen in neuerer Zeit vor allem der Götterbaum im Traisental eine fast schon unglaubliche Konkurrenzstärke besitzt und selbst in extrem xerotherme Trockenrasen-Biotope (z.B. Oberndorf am Gebirge) einwandert, aber vor allem auch die Waldgesellschaften völlig degradiert und umwandelt. Dies ist möglicherweise auch ein Thema, bei dem die aktuelle Nährstoffsituation und das Klima eine größere Rolle spielt. Die gefundenen Stickstoff-Gehalte gepaart mit mehreren ungewöhnlich regenreichen, aber dennoch zu warmen Jahren im Traisen-

tal (eigene Beobachtungen und ZAMG-Daten) sind mit ziemlicher Sicherheit neben der fehlenden Bewirtschaftung die Ursache für den rapid schlechter werdenden Zustand dieser Lebensräume und die verstärkte Einwanderung von Neophyten.

Abschließend muss noch einmal auf die dringende Notwendigkeit von Aktionen zum Schutz der Halb-/Trockenrasen im Traisental aufmerksam gemacht werden. Es ist an der Zeit, dass endlich ein Umdenken stattfindet und diese wertvollen Lebensräume wieder mehr in den Mittelpunkt gerückt werden. Gerade in einer alten Weinbau-Landschaft wie dem Unteren Traisental könnten sie als echte Attraktion vermarktet werden und besitzen dahingehend ein verkanntes Potential für den Tourismus der Region.

Literaturquellen:

- ADLER, W., FISCHER, M. A. & OSWALD, K. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. – 3. Aufl. – Linz: Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterr. Landesmuseen, 1319 S.
- EU (2008): Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV), Dritter Teil, Titel XX, Art. 191 (1)
- BECK V. MANNAGETTA (1893): Flora von Nieder-Österreich. Wien.
- BOBBINK, R. (1998): Impacts of Tropospheric Ozone and Airborne Nitrogenous Pollutants on Natural and Semi-Natural Ecosystems: A Commentary. in: The New Phytologist, Vol. 139, No. 1, Disturbance of the N Cycle, S.161-168
- DENK, T. (2000): Flora und Vegetation der Trockenrasen des tertiären Hügellandes nördlich von St. Pölten aus arealkundlicher sowie naturschutzfachlicher Sicht. Stapfia 72, 209 S.
- DENK, T. (2005): Flora und Xerothermvegetation der Schotterterrassen im Unteren Traisental. Wiss. Mitt. aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum, Band 17: S. 7-182
- DORN, A. (1930): Die natürlichen Pflanzenvereine im St. Pöltner Becken. Dissertation der Univ. Wien, 104 S.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 1333 S.
- ELLMAUER, T. (2005): Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter - Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Umweltbundesamt – Österreich, S. 197-211
- FIEDLER et al. (1973): Methoden der Bodenanalyse – Band 1 Feldmethoden. Verlag Theodor Steinkopff Dresden, 239 S.
- FORSTREUTER, T. (1999): Bodenfruchtbarkeitskennwerte und Kulturpflanzenenertrag in zwei Bodennutzungssystemen. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen, 171 S.
- FUCHS, W. (1980): Die Molasse und ihr nichthelvetischer Vorlandanteil am Untergrund einschließlich der Sedimente auf der Böhmisches Masse, in: Der geologische Aufbau Österreichs, hrsg. v. der Geologischen Bundesanstalt (1980) Wien, S. 144-177
- GEBHARDT, H. et al. (2013): Neudefinition von lithostratigraphischen Einheiten des oberen Ottnangium (Untermiozän) in der alpin-karpatischen Vortiefe Niederösterreichs: Pixendorf-Gruppe, Traisen-Formation und Dietersdorf-Formation. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Band 153, Heft 1-4, S. 15-32, Wien
- GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie: Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Verlag Gustav Fischer, 358 S.

- GOLDBERG, D. & MILLER, T. (1990): Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. in: *Ecology* 71: 213–225
- GRABHERR, G. & WILLNER, W. (2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs: Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. Textband und Tabellenband. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 608 S.
- HAGEL, H. (1968/69): Vegetationsentwicklung auf Schwemmland der Traisen in NÖ. *Verh. Zool.-Bot. Ges.*, Band 108/109, Wien.
- HARZHAUSER, M. u. RÖGL, F. (2005): Vertreibung aus dem Paradies, in: *Meeresstrand am Alpenrand. Molassemeer und Wiener Becken*, hrsg. v. Steininger Harald. Bibliothek der Provinz, 35 S.
- HIEROLD, W. (1994): Bodenkundliche Standortkennzeichnung der partiell eutrophierten Trockenrasenlandschaft Galower Berge. ZALF-Bericht 11: S. 6-29, Müncheberg
- HOLZNER, W. (1973): Die Ackerunkrautvegetation Niederösterreichs. *Linzer biologische Beiträge* 0005_1: S. 1-157
- HOLZNER, W. et al. (1986): Österreichischer Trockenrasenkatalog. BM f. Gesundheit und Umweltschutz, Grüne Reihe Bd. 6, Wien
- HOLZNER, W. (1987): Trockenrasen, Magerwiesen, Unkrautbestände - Schutz von anthropogenen Vegetationsformen. *Natur und Land* 1987, Heft 1: S. 1–6
- JANOSCHEK, R. (1963): Das Tertiär in Österreich. *Mitteilung der geologischen Gesellschaft in Wien*, Bd. 56: S. 319-360
- JAKUSC, P. (1961): Die phytozönologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. *Verl. d. Ungarischen Akademie d. Wissenschaften. Akad. Kiadó, Budapest*. 313 S.
- JUST, T. (1928): Das Hollenburger Konglomerat (Eine pflanzengeographische Untersuchung). *Dissertation der Univ. Wien*, 80 S.
- KILIAN, W. (2015): Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs. 2.aktualisierte Auflage. *Mitt. Österr. Bodenk. Ges.*, Heft 81, Wien. 74 S.
- KILLHAM, K. (1994): *Soil ecology*. 1. Edition. Cambridge University Press, 264 S.
- KURMANN J. (2013): Heißländern in den Tullnerfelder Donauauen – Vegetationserfassung und Evaluierung der Gefährdungssituation. *Diplomarbeit BOKU Wien*, 54 S.
- LECO CORPORATION (2011): *TruMac CN – Bedienerhandbuch*, USA
- MCANN, T. et al. (2008): *The Geology of Central Europe. Volume 2 – Mesozoic and Cenozoic. The Geological Society. United Kingdom*, 1500 S.
- MEUSEL, H. (1940): Die Grasheiden Mitteleuropas. Versuch einer vergleichend pflanzengeographischen Gliederung. *Bot. Arch.* 41: S. 357—519

- MUCINA, L., G. GRABHERR & T. ELLMAUER (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1, - Anthropogene Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena, 578 S.
- MUCINA, L. & KOLBEK, J. (1993): Die Klasse Festuco-Brometea. In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1, Anthropogene Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena. S. 420-492
- NATURSCHUTZBUND NÖ (2012): Wiesen im Nationalpark Donau-Auen. Naturschutzfachliche Bewertung und Managementvorschläge. Wien, 184 S.
- NESTROY, O. et al. (2011): Systematische Gliederung der Böden Österreichs – Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011. Mitt. Österr. Bodenk. Ges., Heft 79, Wien. 96 S.
- NIKL FELD, H. (1964): Zur xerothermen Vegetation im Osten Niederösterreichs – Verh.zool.-bot.Ges.Wien, 103-104: S. 152–181
- ÖNORM L 1052 (2005): Physikalische Bodenuntersuchungen – Probenahme unter Zerstörung der Bodenstruktur. Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM L 1054 (2004): Probenahme von Böden – Allgemeines, Terminologie. Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM L 1061-2 (2004): Physikalische Bodenuntersuchungen - Bestimmung der Korngrößenverteilung des Mineralbodens - Teil 2: Feinboden. Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM L 1080 (1999): Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung des organischen Kohlenstoffs durch trockene Verbrennung. Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM L 1083 (2006): Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung der Acidität (pH-Wert). Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM L 1084 (2006): Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung von Carbonat. Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM L 1092 (2005): Chemische Bodenuntersuchungen – Extraktion wasserlöslicher Elemente und Verbindungen. Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM L 1095 (2002): Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung des Gesamtstickstoffgehaltes durch trockene Verbrennung. Österr. Normungsinstitut, Wien
- ÖSTERR. BODENKARTIERUNG (1980): Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25.000, Kartierungsbereich Herzogenburg (KB 65), NÖ. BM f. Land- und Forstwirtschaft, Wien. 185 S.
- PAYNE, R. et al. (2013): Impact of nitrogen deposition at the species level. in: Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol.110(3): 984-987
- ROWELL, D.L. (1997): Bodenkunde – Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 614 S.

SCHNEFFER/SCHACHTSCHABEL (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 569 S.

SCHNABEL, W. (2002): Niederösterreich Süd - Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000.

Geologische Bundesanstalt, Wien

- Legende und kurze Erläuterung. Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000, Geologische Bundesanstalt, Wien, 47 S.

SCHRATT-EHRENDORFER, L. (2008): Die Pflanzenwelt der Steppen Niederösterreichs: Flora und Vegetation, Standortvielfalt und Gefährdung. In: Wiesbauer, H. (Hrsg.): Die Steppe lebt. Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich: 59–86. Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, St. Pölten. 224 S.

SMITH T.M. & SMITH R.L. (2009): Ökologie. 6., aktualisierte Auflage. Pearson Studium, 1008 S.

STEVENS, C. et al. (2010): Nitrogen deposition threatens species richness of grasslands across Europe. In: Environmental Pollution. Vol.158(9): 2940-2945

THENIUS, E. (1974): Geologie der Österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen: Niederösterreich. Verlag der Geologischen Bundesanstalt, Wien, 280 S.

VENTERINK, H. (2011): Does phosphorus limitation promote species-rich plant communities? in: Plant and Soil 345: 1-9

WENDELBERGER, G. (1954): Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes. Festschrift E. Aichinger, Bd. 1. Angewandte Pflanzensoziologie (Sonderfolge): S. 573-634

WILLNER, W. et al. (2004): Zur Kenntnis kleiner Trockenraseninseln im Osten Österreichs. Tuexenia 24: S. 215-226, Göttingen

Internetquellen:

WRBKA T. - Empfehlungen zum Management der Trockenrasen im Nationalpark Thayatal, o.J.
www.np-thayatal.at/pages_file//de/.../Empfehlung_Management_Trockenrasen.pdf [Zugriff am 12.07.2016]

MUTSCH F. - Werbung von Waldbodenproben, o.J.
http://bfw.ac.at/db/bfwcms_mobil.web?dok=3539 [Zugriff am 12.07.2016]

ZAMG – Klimadaten von St. Pölten
http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm
<http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/daten-download/klima-mittel>

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Abgrenzung des pannonischen Raumes - aus NIKLFELD (1964) -----	14
Abbildung 2: Geologie des Unteren Traisentals ©gba_esri -----	16
Abbildung 3: Legende zu den Formationen der Molassezone – aus der geologischen Karte Niederösterreichs ©GBA -----	16
Abbildung 4: Lage der Untersuchungsgebiete im Unteren Traisental, Kartenwerk ©BEV -----	19
Abbildung 5: Lage der Untersuchungsstandorte auf geologischer Karte, Kartenwerk ©gba_esri -----	20
Abbildung 6: Untersuchungsflächen am Standort Getzersdorf (Orthofoto © BEV) -----	21
Abbildung 7: Untersuchungsflächen am Standort Groß-Rust (Orthofoto © BEV) -----	23
Abbildung 8: Untersuchungsflächen am Standort Schauerberg (Orthofoto © BEV) -----	25
Abbildung 9: Untersuchungsflächen am Standort in Oberndorf am Gebirge (Orthofoto © BEV) -----	27
Abbildung 10: Untersuchungsflächen am Standort "Großer Kölbling" (Orthofoto © BEV) -----	30
Abbildung 11: Untersuchungsflächen am Standort "Hoher Kölbling" (Orthofoto © BEV) -----	32
Abbildung 12: Beispiel einer Vegetationsaufnahme am Großen Kölbling -----	49
Abbildung 13: Artenzahl der Aufnahmeflächen (Diagramm) -----	57
Abbildung 14: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "offen" (O1O) -----	58
Abbildung 15: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "niederwüchsig" (O1N) ---	58
Abbildung 17: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "verbuschend" (O1V) -----	58
Abbildung 16: Aufnahmefläche in Oberndorf/Gebirge - Sukzessionsstadium "hochwüchsig" (O1H) -----	58
Abbildung 18: Boxplot - Verfilzung der Biotope -----	59
Abbildung 19: Boxplot - Inklinaton der Standorte -----	60
Abbildung 20: NMDS - Ähnlichkeit der Vegetation (Abundanz-Daten) - geologische Einheiten -----	60
Abbildung 21: NMDS - Ähnlichkeit der Vegetation (Abundanz-Daten) - Biotopvergleich -----	61
Abbildung 22: NMDS - Ähnlichkeit der Vegetation - Vergleich der Sukzessionsstadien -----	62
Abbildung 23: Ähnlichkeit der Vegetation (Präsenz/Absenz) - geologische Einheiten -----	63
Abbildung 24: NMDS: Ähnlichkeit der Vegetation (Präsenz/Absenz) - Biotope -----	64
Abbildung 25: Mull-Pararendzina am Schauerberg (K1O) -----	65
Abbildung 26: Verbraunte Mull-Pararendzina am Großen Kölbling (O2N) -----	65
Abbildung 27: Carbonathaltige Braunerde am Hohen Kölbling (O3V) -----	65
Abbildung 28: Boxplot - Bodenmächtigkeit bis Cn-Horizont (Standorte) -----	66
Abbildung 29: Boxplot - Mächtigkeit bis Cv-Horizont (Sukzessionsstadien) -----	67
Abbildung 30: Boxplot - Mächtigkeit A-Horizont (Sukzessionsstadien) -----	67

Abbildung 31: Boxplot - Steingehalt der Böden (Standorte) -----	68
Abbildung 32: pH-Werte der Standorte -----	69
Abbildung 33: Boxplot - pH-Werte der Sukzessionsstadien -----	70
Abbildung 34: Boxplot: CO ₃ -Gehalte der Standorte -----	71
Abbildung 35: Boxplot - Sand-Gehalt der geologischen Einheiten -----	72
Abbildung 36: Boxplot - Sand-Gehalt der Standorte -----	72
Abbildung 37: Boxplot - Schluff-Gehalt der Standorte -----	73
Abbildung 38: Boxplot - Ton-Gehalt der Standorte -----	74
Abbildung 39: Boxplot - Gesamtstickstoff-Gehalt der Standorte -----	74
Abbildung 40: Boxplot - Gesamtkohlenstoff-Gehalt der Sukzessionsstadien -----	75
Abbildung 41: Boxplot - Gesamtkohlenstoff-Gehalt der Standorte -----	76
Abbildung 42: Boxplot - Gesamtkohlenstoff-Gehalt der geologischen Einheiten -----	76
Abbildung 43: Boxplot - Humusgehalt der Standorte -----	77
Abbildung 44: Boxplot - C/N-Verhältnis der Standorte -----	78
Abbildung 45: Boxplot - Phosphat-Gehalt der Sukzessionsstadien -----	78
Abbildung 46: Statistische Testergebnisse bei den Bodenparametern - Übersichtstabelle -----	79
Abbildung 47: PCA – Bodenparameter (Variablen log- und z-transformiert) -----	80
Abbildung 48: CCA-1 (Abundanz-Daten) - Variable: Cn-Horizont (Cn), Ton-Gehalt (T), N-Gehalt (N), C/N-Verhältnis -----	81
Abbildung 49: CCA-2 (Abundanz-Daten) - Variable: P-Gehalt (P), Cv-Horizont (Cv-Hori), C/N-Verhältnis (C/N) -----	82
Abbildung 50: CCA-3 (Abundanz-Daten) - Variable: Sand-Gehalt (S), Schluff-Gehalt (Z), Inklination (Inkli), Cv-Horizont (Cv-Hori) -----	83
Abbildung 51: CCA-1 (Präsenz/Absenz-Daten) - Variable: Schluff-Gehalt (Z), Inklination (Inkli), Humus-Gehalt, Phosphat-Gehalt (P), Sand-Gehalt (S) -----	84
Abbildung 52: CCA-2 (Präsenz/Absenz-Daten) - Variable: Stein-Gehalt, Inklination (Inkli), Humus-Gehalt, C/N-Verhältnis, Sand-Gehalt (S) -----	85
Abbildung 53: CCA-3 (Präsenz/Absenz-Daten) - Variable: Stein-Gehalt, C/N-Verhältnis, Sand-Gehalt (S), Cn-Horizont (Cn-Hori), Phosphat-Gehalt (P), Ton-Gehalt (T), Gesamtstickstoff-Gehalt (N) -----	86

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchungsgebiete-----	19
Tabelle 2: Übersichtstabelle - Gebiets- und Aufnahmeflächencodes-----	43
Tabelle 3 : Deckungsskala in Anlehnung an Londo-----	50
Tabelle 4: Skalentransformation für Statistik-----	51
Tabelle 5: Untersuchungsgebiete und ihr Erhaltungszustand -----	55
Tabelle 6: Aufschlüsselung des Erhaltungszustandes der Untersuchungsgebiete/Biotope -----	56
Tabelle 7: Signifikanzen der Korngrößen-Fractionen -----	71
Tabelle 8: Übersichtstabelle zur Interpretation der CCA's-----	87

Anhang:

Bodenbeschreibungen – Felderhebungsprotokolle

F: 45-867/68 Exp: SW		Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 K1N																																	
Kart.Ber.: Gebüsch	Kartier: Roman Feldsch	Datum: 17.11.2015	Form: /																																
O.G.: /	Kat.Bi.: /	Kulturrart: HTR	Komponente: /																																
K.G.: /	Parz.Nr.: V: 48°41'33.28"	Seehöhe: 240	Komplex: /																																
Relief: Mähung/Böschung	x: 45°41'33.5"	Wasserhältnisse: trocken → sehr trocken																																	
Horizont	Alb	AC	Cn																																
Mächtigkeit	0-10	10-30	30+																																
Bodenfeuchte	mt	mt	t																																
Bodenart nach Frageprobe	sl	sl	lz																																
Grobannteil	10%	25%	/																																
Humusmenge-form	h3/1u	h1/1u	Cn																																
Kalkgehalt	Cn3	Cn3	Cn3																																
Struktur																																			
Porosität																																			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1-z0	z1	/																																
Farbe																																			
Fleckung																																			
Konkretionen																																			
Durchwurzelung	w3	w3	w12																																
Regenwurmlängigkeit																																			
Übergang																																			
Anmerkungen:																																			
Ausgangsmaterial: HKF-Konglomerat																																			
Bodentyp: Palarendina → Subtyp: Null-Palarendina																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Proben-Bez.</th> <th colspan="2">Analysen Nr.</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Entnahmetiefe</th> <th colspan="2">Entnahmetiefe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fein-</td> <td>Sand</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>boden</td> <td>Schluff</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>%</td> <td>Ton</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humus</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kalk</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Proben-Bez.		Analysen Nr.		Entnahmetiefe		Entnahmetiefe		Fein-	Sand			boden	Schluff			%	Ton			Humus				Kalk				pH			
Proben-Bez.		Analysen Nr.																																	
Entnahmetiefe		Entnahmetiefe																																	
Fein-	Sand																																		
boden	Schluff																																		
%	Ton																																		
Humus																																			
Kalk																																			
pH																																			
Anmerkungen:																																			

F: 45-867/68 Exp: SW		Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 K1N																																	
Kart.Ber.: Gebüsch	Kartier: Roman Feldsch	Datum: 17.11.2015	Form: /																																
O.G.: /	Kat.Bi.: /	Kulturrart: HTR	Komponente: /																																
K.G.: /	Parz.Nr.: V: 48°41'33.28"	Seehöhe: 240	Komplex: /																																
Relief: Mähung/Böschung	x: 45°41'33.5"	Wasserhältnisse: trocken → sehr trocken																																	
Horizont	Alb	AC	Cn																																
Mächtigkeit	0-10	10-30	30+																																
Bodenfeuchte	mt	mt	t																																
Bodenart nach Frageprobe	sl	sl	lz																																
Grobannteil	10%	25%	/																																
Humusmenge-form	h3/1u	h1/1u	Cn																																
Kalkgehalt	Cn3	Cn3	Cn3																																
Struktur																																			
Porosität																																			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1-z0	z1	/																																
Farbe																																			
Fleckung																																			
Konkretionen																																			
Durchwurzelung	w3	w3	w12																																
Regenwurmlängigkeit																																			
Übergang																																			
Anmerkungen:																																			
Ausgangsmaterial: HKF-Konglomerat																																			
Bodentyp: Palarendina → Subtyp: Null-Palarendina																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Proben-Bez.</th> <th colspan="2">Analysen Nr.</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Entnahmetiefe</th> <th colspan="2">Entnahmetiefe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fein-</td> <td>Sand</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>boden</td> <td>Schluff</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>%</td> <td>Ton</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humus</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kalk</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Proben-Bez.		Analysen Nr.		Entnahmetiefe		Entnahmetiefe		Fein-	Sand			boden	Schluff			%	Ton			Humus				Kalk				pH			
Proben-Bez.		Analysen Nr.																																	
Entnahmetiefe		Entnahmetiefe																																	
Fein-	Sand																																		
boden	Schluff																																		
%	Ton																																		
Humus																																			
Kalk																																			
pH																																			
Anmerkungen:																																			

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
 F: 145-8663/65 Exp: SW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 K1V

Kart.Ber.: Gefässschluf	Kartierer: Roman B. K. Sch.	Datum: 12.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.Bi.: /	Kulturart: HTK	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: Y: 48°19'12,09" N X: 15°41'17,65" E	Seehöhe: 287	Komplex: /
Relief: Hüllung/Böschung	Wasserverhältnisse: trocken		
Horizont	Alb AC	Cn	
Mächtigkeit	0-15	15-35	35+
Bodenfeuchte	mt	mt	t
Bodenart nach Fingerprobe	lt	lt	
Bodenart nach Laboranalyse	lt	lt	
Grobannteil	15%	35%	
Humusmenge-form	h3Hu	h2Hu	/
Kalkgehalt	Ca3	Ca3	Ca3
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	20	21	/
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	W3	W3	/
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			
Ausgangsmaterial: HKF-Konglomerat			
Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina			
Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein- Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			
Anmerkungen:			

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
 F: 145-8663-62 Exp: SW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 K1H

Kart.Ber.: Gefässschluf	Kartierer: Roman B. K. Sch.	Datum: 12.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.Bi.: /	Kulturart: HTK	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: Y: 48°19'37,07" N X: 15°41'17,14" E	Seehöhe: 292	Komplex: /
Relief: Hüllung/Böschung	Wasserverhältnisse: trocken → sehr trocken		
Horizont	Alb AC	Cn	
Mächtigkeit	0-10	10-30	30+
Bodenfeuchte	mt	mt	t
Bodenart nach Fingerprobe	lt	lt	
Bodenart nach Laboranalyse	lt	lt	
Grobannteil	10%	30%	
Humusmenge-form	h3Hu	h2Hu	/
Kalkgehalt	Ca3	Ca3	Ca3
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	21	21	/
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	W3	W3	/
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			
Ausgangsmaterial: HKF-Konglomerat			
Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina			
Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein- Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			
Anmerkungen:			

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
F: 146 872a-33 **Exp: SSW** **Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 K2N**

Kart.Ber.: Gießbunt	Kartierer: Konrad Polisch	Datum: 5.12.2015	Form: ✓
O.G.: ✓	Kat.Bi.: HTR	Kulturart: HTR	Komponente: ✓
K.G.: ✓	Parz.Nr.: y: 48° 46' 31" 4230	Seehöhe: 393	Komplex: ✓
Relief: Aufkantung	x: 15° 46' 5" 888	Wasserverhältnisse: trocken	
Horizont	A1b AC	Cn	
Mächtigkeit	0-15	15-45	45+
Bodenfeuchte	nt	nt	
Bodenart nach Fingerprobe	SL	SL	
Bodenart nach Laboranalyse	3%	30%	
Grobannteil			
Humusmenge-form	h3tm	h2tm	✓
Kalkgehalt	Ca2-3	Ca3	✓
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1	z1	✓
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	w3	w2	✓
Regenwurmlängigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: **HKF-Konglomerat**
 Bodentyp: **Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina**

Proben-Bez.				
Analysen Nr.				
Entnahmetiefe				
Fein-Sand				
boden				
Schluff				
%				
Ton				
Humus				
Kalk				
pH				

Anmerkungen:

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
F: 146 8715-19 **Exp: SSW** **Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 K2O**

Kart.Ber.: Gießbunt	Kartierer: Konrad Polisch	Datum: 5.12.2015	Form: ✓
O.G.: ✓	Kat.Bi.: HTR	Kulturart: HTR	Komponente: ✓
K.G.: ✓	Parz.Nr.: y: 48° 46' 40" 535	Seehöhe: 409	Komplex: ✓
Relief: Aufkantung	x: 15° 43' 5" 568	Wasserverhältnisse: sch. trocken	
Horizont	A1b AC	Cn	
Mächtigkeit	0-10	10-25	25+
Bodenfeuchte	t	f	
Bodenart nach Fingerprobe	SL	SL	
Bodenart nach Laboranalyse	5%	40%	
Grobannteil			
Humusmenge-form	h3tm	h2tm	✓
Kalkgehalt	Ca2-3	Ca3	✓
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z0	z1	
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	w3	w2	
Regenwurmlängigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: **HKF-Konglomerat**
 Bodentyp: **Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina**

Proben-Bez.				
Analysen Nr.				
Entnahmetiefe				
Fein-Sand				
boden				
Schluff				
%				
Ton				
Humus				
Kalk				
pH				

Anmerkungen:

Probennahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
 F: 146 820-24 Exp: SSW Anhang 1 zu Probennahmebericht Nr.: / K2V

Kart.Ber.: Gelbfeld	Kartier.: Boden Pflück	Datum: 5.12.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.BI.: /	Kulturart: HT2	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: V: 43°46'49.048"	Seehöhe: 398	Komplex: /
Relief: Obkühlung	X: 15°36'57.6"	Wasserhältnisse: trocken	
Horizont	Ans	AC	Cv
Mächtigkeit	0-10	10-20	50-60
Bodenfeuchte	nt	mt	t
Bodenart nach Fingerprobe	sl	sl	sl
Grobanteil	2%	5%	30%
Humusmenge-form	h3Hu	h3Hu	h2Hu
Kalkgehalt	Ca2	Ca2-3	Ca3
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1	z1	z1
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	W3	W3	W12
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: HKF - Konglomerat
 Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina

Proben-Bez.	
Analysen Nr.	
Entnahmetiefe	
Fein- Sand	
boden Schluff	
% Ton	
Humus	
Kalk	
pH	

Anmerkungen:

Probennahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
 F: 146 820-28 Exp: SSW Anhang 1 zu Probennahmebericht Nr.: / K2H

Kart.Ber.: Gelbfeld	Kartier.: Boden Pflück	Datum: 5.12.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.BI.: /	Kulturart: HT2	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: V: 43°46'39.749"	Seehöhe: 394	Komplex: /
Relief: Mittellung	X: 15°36'57.615"	Wasserhältnisse: trocken	
Horizont	Ans	AC	Cv
Mächtigkeit	0-10	10-45	45-55
Bodenfeuchte	sl	sl	sl
Bodenart nach Fingerprobe	2%	30%	40%
Grobanteil			
Humusmenge-form	h3Hu	h2Hu	/
Kalkgehalt	Ca2-3	Ca3	
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1	z1	z1
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	W3	W3	W12
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: HKF - Konglomerat
 Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina

Proben-Bez.	
Analysen Nr.	
Entnahmetiefe	
Fein- Sand	
boden Schluff	
% Ton	
Humus	
Kalk	
pH	

Anmerkungen:

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung

F: 45-863-45/44 Exp: S50 Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: K3N

Kart.Ber.: Schwanberg	Kartierer: Roman Polisch	Datum: 16.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.BI.: /	Kulturlart: H12	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: V: 18°18'20.456"	Seehöhe: 369	Komplex: /
Relief: Überhang	X: 45°34'37.166"	Wasserverhältnisse: sehr trocken	
Horizont	Alb AC	Cn	
Mächtigkeit	0-10	10-30	30+
Bodenfeuchte	t	mt	
Bodenart nach Fingerprobe	SL	SL	
Grobanteil	5%	35%	
Humusmenge-form	h3hu	h2hu	
Kalkgehalt	Ca3	Ca3	
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1	z1	
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	w3	w2	
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: HKF-Konglomerat

Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina

Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein- Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			
Anmerkungen:			

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung

F: 45-864/47 Exp: S50 Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: K3O

Kart.Ber.: Schwanberg	Kartierer: Roman Polisch	Datum: 16.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.BI.: /	Kulturlart: H12	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: V: 18°18'20.44"	Seehöhe: 362	Komplex: /
Relief: Überhang	X: 45°34'37.546"	Wasserverhältnisse: sehr trocken	
Horizont	Alb AC	Cn	
Mächtigkeit	0-5	5-20	20+
Bodenfeuchte	nt	mt	
Bodenart nach Fingerprobe	SL	SL	
Grobanteil	5%	45%	
Humusmenge-form	h3hu	h2hu	
Kalkgehalt	Ca3	Ca3	
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z0	z1-z0	
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	w3	w2	
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: HKF-Konglomerat

Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina

Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein- Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			
Anmerkungen:			

Probenaufnahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
 F: 146-344-346 Exp: SSW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 DIN

Kart.Ber.: <u>Deutsches Geol. Institut</u>	Kartierer: <u>Kornelius</u>	Datum: <u>5.12.2015</u>	Form: <u>—</u>
O.G.: <u>—</u>	Kat.BI.: <u>—</u>	Kulturrart: <u>H10</u>	Komponente: <u>—</u>
K.G.: <u>—</u>	Parz.Nr.: <u>Y:48° 44' 52.722" N X:15° 04' 40.337" E</u>	Seethöhe: <u>247</u>	Komplex: <u>—</u>
Relief: <u>Mittellung</u>		Wasserverhältnisse: <u>sehr trocken</u>	
Horizont	<u>Ahb</u>	<u>AC</u>	<u>Cn</u>
Mächtigkeit	<u>0-10</u>	<u>10-35</u>	<u>35+</u>
Bodenfeuchte	<u>sl-</u>	<u>st+</u>	
Bodenart nach Fingerprobe	<u>mt</u>	<u>t</u>	
Bodenart nach Laboranalyse	<u>5%</u>	<u>30%</u>	
Grobannteil			
Humusmenge-form	<u>h3Mn</u>	<u>h2Mn</u>	
Kalkgehalt	<u>Ga1</u>	<u>Ga2</u>	
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbruchbarkeit	<u>z1</u>	<u>z1</u>	
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	<u>W3</u>	<u>W2</u>	
Regenwurmlängigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			
Ausgangsmaterial:	<u>Oncophora-Schichten</u>		
Bodentyp: <u>Pararendzina</u>	<u>Subtyp: Pod-Pseudozina</u>		
Analysenergebnisse	Proben-Bez. Analysen Nr. Entnahmetiefe Fein- Sand boden Schluff % Ton Humus Kalk pH		
Anmerkungen:			

F: 116 947-8753 Exp. SSW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 010 Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung	
Kart. Ber.: Oberboden, feine Gänge	Kartierer: Renner, R. K. K.
O.G.: /	Kat. Bl.: /
K.G.: /	Parz. Nr.: 116 947-8753
Relief: A. H. H. H. H.	Seehöhe: 246
Horizont	Wasserverhältnisse: sehr trocken
Mächtigkeit	AC
Bodenart nach Fingerprobe	0-10
Bodenart nach Laboranalyse	st
Grobbanteil	15%
Humusmenge-form	h 3 Mm
Kalkgehalt	Ca 1-2
Struktur	
Porosität	
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	21 → 20
Farbe	21
Fleckung	
Konkretionen	
Durchwurzelung	W 3
Regenwurmlängigkeit	W 2
Übergang	
Anmerkungen:	Gehalt auch an Oberfläche
Ausgangsmaterial: Düngemittel - Schichten	
Bodenart: Palaeozän → Subtyp: null-Paracanthina	
Proben-Bez.	
Analysen Nr.	
Entnahmetiefe	
Fein- Sand	
Boden Schluff	
% Ton	
Humus	
Kalk	
pH	
Anmerkungen:	

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung

F: 46-834-838 Exp: SSW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 01V

Kart.Ber.: <u>berichtet an folgend</u>	Kartierer: <u>Bonnie Pösch</u>	Datum: 5.12.2015	Form: <u>✓</u>
O.G.: <u>✓</u>	Kat.Bi.: <u>✓</u>	Kulturrart: <u>HT6</u>	Komponente: <u>✓</u>
K.G.: <u>✓</u>	Parz.Nr.: <u>Y: 43° 49' 53,13" N X: 13° 44' 10,64" E</u>	Seehöhe: <u>251</u>	Komplex: <u>✓</u>
Relief: <u>Waldung</u>	Wasserverhältnisse: <u>sehr trocken</u>		
Horizont: <u>Ahb</u>	<u>AC</u>	<u>2V</u>	<u>Ga</u>
Mächtigkeit: <u>0-15</u>	<u>15-40</u>	<u>40-50</u>	<u>50+</u>
Bodenfeuchte: <u>st</u>	<u>nt</u>	<u>20%</u>	<u>20%</u>
Bodenart nach Fingerprobe: <u>st</u>	<u>5%</u>	<u>20%</u>	<u>20%</u>
Grobanteil: <u>5%</u>	<u>20%</u>	<u>20%</u>	<u>20%</u>
Humusmenge-form: <u>h3tm</u>	<u>h2tm</u>	<u>h2tm</u>	<u>h2tm</u>
Kalkgehalt: <u>Ca1-2</u>	<u>Ca2-3</u>	<u>Ca2-3</u>	<u>Ca2-3</u>
Struktur: <u>Ca1-2</u>	<u>Ca2-3</u>	<u>Ca2-3</u>	<u>Ca2-3</u>
Porosität: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Farbe: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Fleckung: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Konkretionen: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W1?</u>	<u>W1?</u>
Durchwurzelung: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W1?</u>	<u>W1?</u>
Regenwurmtätigkeit: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W1?</u>	<u>W1?</u>
Übergang: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W1?</u>	<u>W1?</u>
Anmerkungen: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W1?</u>	<u>W1?</u>

Ausgangsmaterial: Oreophora-schichten

Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Null-Pararendzina

Proben-Bez.	Analysen Nr.		
Entnahmetiefe			
Fein-Sand			
Fein-boden			
% Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			

Anmerkungen:

Probenahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung

F: 46-834-843 Exp: SSW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 01H

Kart.Ber.: <u>berichtet an folgend</u>	Kartierer: <u>Bonnie Pösch</u>	Datum: 5.12.2015	Form: <u>✓</u>
O.G.: <u>✓</u>	Kat.Bi.: <u>✓</u>	Kulturrart: <u>HT6</u>	Komponente: <u>✓</u>
K.G.: <u>✓</u>	Parz.Nr.: <u>Y: 43° 49' 53,13" N X: 13° 44' 10,64" E</u>	Seehöhe: <u>243</u>	Komplex: <u>✓</u>
Relief: <u>Waldung</u>	Wasserverhältnisse: <u>sehr trocken</u>		
Horizont: <u>Ahb</u>	<u>AC</u>	<u>Ca</u>	<u>Ca</u>
Mächtigkeit: <u>0-15</u>	<u>15-45</u>	<u>45+</u>	<u>45+</u>
Bodenfeuchte: <u>st</u>	<u>st</u>	<u>30%</u>	<u>30%</u>
Bodenart nach Fingerprobe: <u>st</u>	<u>5%</u>	<u>30%</u>	<u>30%</u>
Grobanteil: <u>5%</u>	<u>30%</u>	<u>30%</u>	<u>30%</u>
Humusmenge-form: <u>h3tm</u>	<u>h2tm</u>	<u>h2tm</u>	<u>h2tm</u>
Kalkgehalt: <u>Ca1-2</u>	<u>Ca2</u>	<u>Ca2</u>	<u>Ca2</u>
Struktur: <u>Ca1-2</u>	<u>Ca2</u>	<u>Ca2</u>	<u>Ca2</u>
Porosität: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Farbe: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Fleckung: <u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>21</u>
Konkretionen: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>
Durchwurzelung: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>
Regenwurmtätigkeit: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>
Übergang: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>
Anmerkungen: <u>W3</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>	<u>W2</u>

Ausgangsmaterial: Oreophora-schichten

Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Null-Pararendzina

Proben-Bez.	Analysen Nr.		
Entnahmetiefe			
Fein-Sand			
Fein-boden			
% Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			

Anmerkungen:

Probennahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung

F: 45-862/44033-37 Exp: SW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 02N

Kart.Ber.: Götter Kalkung	Kartierer: Roman Pichler	Datum: 16.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.Bi.: /	Kulturart: HTQ	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: V-48 17 24 143 ³⁴	Seehöhe: 310	Komplex: /
Relief: Mähdüng/Böschung	X-15 34 24 248 ³⁴	Wasserverhältnisse: Hecken	
Horizont	Abb BC	CV	
Mächtigkeit	0-10	10-25	25+
Bodenfeuchte	SL	SL	SL
Bodenart nach Fingerprobe	/	SL	SL
Bodenart nach Laboranalyse	/	SL	SL
Grobanteil	/	SL	SL
Humusmenge-form	h3tm	h1tm	
Kalkgehalt	62-3	62-3	
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	21	21	/
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	W3	W3	/
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: Ozeosphäre - Schichten

Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Verbrauchte Mull-Pararendzina

Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein- Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			

Anmerkungen:

Probennahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung

F: 45-865/44033-410 Exp: SW Anhang 1 zu Probenahmebericht Nr.: 1 020

Kart.Ber.: Götter Kalkung	Kartierer: Roman Pichler	Datum: 16.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.Bi.: /	Kulturart: HTQ	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: V-48 17 24 143 ³⁴	Seehöhe: 317	Komplex: /
Relief: Mähdüng/Böschung	X-15 34 24 375 ³⁴	Wasserverhältnisse: Hecken	
Horizont	Abb AC	CV	
Mächtigkeit	0-10	10-25	25+
Bodenfeuchte	ml	ml	+
Bodenart nach Fingerprobe	SL	SL	SL
Bodenart nach Laboranalyse	SL	SL	SL
Grobanteil	/	SL	SL
Humusmenge-form	h3tm	h1tm	
Kalkgehalt	62-3	62-3	
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	21	21	21
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	W3	W3	W2
Regenwurmtätigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: Ozeosphäre - Schichten

Bodentyp: Pararendzina → Subtyp: Mull-Pararendzina

Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein- Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			

Anmerkungen:

Probennahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
 F: 145 86788 Exp: 0 Anhang 1 zu Probennahmebericht Nr.: 1 03N

Kart.Ber.: Hohen Kollung	Kartierer: Hermann Petzold	Datum: 17.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.BI.: /	Kulturrat: HTQ	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: 18°16'59,74"	Seehöhe: 319	Komplex: /
Relief: Mähldung/Terrasse	x: 15°29'59,24"	Wasserverhältnisse: mäßig trocken	
Horizont	AB	AB	CV
Mächtigkeit	0-10	20-35	35+
Bodenfeuchte	mf	mf	mf
Bodenart nach Fingerprobe	SL	SL	LS+
Bodenart nach Laboranalyse	2%	5%	KA
Grobanteil	/	/	/
Humusmenge-form	h3Hu	h2Hu	
Kalkgehalt	Ca2	Ca2-3	Ca2-3
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1	z1	z1
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	w3	w3	w2
Regenwurmlängigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: Ockerphora - Schichten
 Bodentyp: Pararendzina → Subtyp + Varietät: Verticillite humil-Pararendzina

Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein-Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			
Anmerkungen:			

Probennahmeprotokoll: Probenahme für die Bodenkartierung
 F: 145 86785 Exp: 0 Anhang 1 zu Probennahmebericht Nr.: 1 030

Kart.Ber.: Hohen Kollung	Kartierer: Hermann Petzold	Datum: 17.11.2015	Form: /
O.G.: /	Kat.BI.: /	Kulturrat: HTQ	Komponente: /
K.G.: /	Parz.Nr.: 18°16'59,74"	Seehöhe: 319	Komplex: /
Relief: Mähldung/Terrasse	x: 15°29'59,24"	Wasserverhältnisse: /	
Horizont	AB	AB	CV
Mächtigkeit	0-10	20-35	35+
Bodenfeuchte	nt	nt	t
Bodenart nach Fingerprobe	SL	SL	LS
Bodenart nach Laboranalyse	5%	10%	
Grobanteil	/	/	/
Humusmenge-form	h3Hu	h1Hu	
Kalkgehalt	Ca2-3	Ca2-3	Ca2-3
Struktur			
Porosität			
Zerdrückbarkeit oder Aufbrechbarkeit	z1	z1	z1
Farbe			
Fleckung			
Konkretionen			
Durchwurzelung	w3	w3	w2
Regenwurmlängigkeit			
Übergang			
Anmerkungen:			

Ausgangsmaterial: Ockerphora - Schichten
 Bodentyp: Pararendzina → Subtyp + Varietät: Verticillite humil-Pararendzina

Proben-Bez.			
Analysen Nr.			
Entnahmetiefe			
Fein-Sand			
boden Schluff			
% Ton			
Humus			
Kalk			
pH			
Anmerkungen:			

Vegetationsaufnahmen: Gesamttabelle

Aufnahme:	K10	K1N	K1H	K1V	K20	K2N	K2H	K2V	K30	K3N	K3H	K3V	O10	O1N	O1H	O1V	O20	O2N	O2H	O2V	O30	O3N	O3H	O3V
Achillea millefolium agg.	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ajuga genevensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
Allium flavum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alyssum alyssoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthericum ramosum	3	4	3	0	0,1	0	0,2	0	0,2	0,4	0	0,2	0,4	0,1	0,4	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0
Arabis hirsuta	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asperula cynanchica	0	0,4	0,2	0,2	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,4	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
Aster amellus	0	0,1	0,2	1	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
Astragalus onobrychis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0,4	0	0	0	0
Avenula pratensis	0	0	0	0	0,2	0	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bothriochloa ischaemum	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	4	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
Brachypodium pinnatum	0	0	0	1	0,2	0	0,2	0,4	0,1	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0	0,4	3	3	3	1	0,2	4	5
Briza media	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
Bromus erectus	5	5	4	4	4	5	6	6	4	4	3	4	0,4	0,4	4	4	1	0	3	1	5	2	3	3
Bromus sterilis	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
Bupththalmum salicifolium	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0
Bupleurum falcatum	0	0	0	0	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
Calamagrostis epigelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
Camelina microcarpa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campanula moravica	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex caryophyllaea	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0	0	0	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1
Carex flacca	0	0	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex humilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0
Carex michelii	0	0,1	0	0,2	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
Carlina acutis ssp. acutis	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centaurea scabiosa	0	0,4	0,4	1	0,1	0	0,2	0,2	0,2	0,4	0	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	1
Centaurea stoebe	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0,1	3	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerastium arvense ssp. arvense	0	0	0,1	0	0,4	0	0,2	0,1	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0
Chamaecystisus ratisbonensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0
Clematis vitalba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cornus mas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cornus sanguinea	0	0	0	1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crataegus monogyna	0	0	0	0	0	0	0	2	0,1	0,1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	1
Cyanus triumfetti	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dactylis glomerata	0	0	0	0	0,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1	0	0,1
Dianthus carthusianorum ssp. carth.	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,2	0
Dorycnium germanicum	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0,1	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0,4	1	0,1	0,1	0,2	0	0	0
Echium vulgare	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0	2	0	0,4	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elymus hispidus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
Eryngium campestre	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbia cyparissias	0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0,2	0,1	0,1	0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0,4	0	0
Euphorbia esula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Festuca rubra agg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,2	0	0	0	0,2
Festuca rupicola	0	0	0	0,2	3	0,2	0,2	0,4	2	2	1	0	0	0	0	0	2	0	3	4	1	2	1	1
Fragaria viridis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,4	2	0,4	0	0	0	0

Aufnahme:	K10	K1N	K1H	K1V	K20	K2N	K2H	K2V	K30	K3N	K3H	K3V	O10	O1N	O1H	O1V	O20	O2N	O2H	O2V	O30	O3N	O3H	O3V
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
Galium boreale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium aparine	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium glaucum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Galium verum	0	0	0	0	0,1	0	0,4	0,2	0,1	0,1	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0
Geranium sanguineum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2
Globularia punctata	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helianthemum nummularium	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,4	1	0	0,4	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,4	0,2	0,2
Hieracium umbellatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
Hypericum perforatum	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0
Inula ensifolia	2	2	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	1	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
Knaulia arvensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0
Knaulia drymeia	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Knaulia drymeia sp. intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Koeleria macrantha	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0
Koeleria pyramidata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
Lathyrus pratensis	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
Ligustrum vulgare	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
Linum tenuifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lotus corniculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
Medicago falcata	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,4	0,1	0,1	0,2
Muscari neglectum	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Narcissus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
Onobrychis vicifolia	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orchis tridentata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orobanchë gracilis	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastinaca sativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peucedanum cervaria	0	0,2	0,2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phleum phleoides	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0,1	0	0	0	0
Pimpinella saxifraga	0	0	0,1	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0,2	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0
Plantago media	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
Poa angustifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
Poa pratensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,4	0	0,2	0,2	0,4	0,1
Polygala major	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
Polygonatum odoratum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	3	0,1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Potentilla arenaria	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potentilla heptaphylla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunella grandiflora	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus avium	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
Prunus fruticosa	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prunus spinosa	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0,1	0	0
Pulsatilla grandis	0	0,1	0	0,1	0,2	0,1	0	0	0,4	0,2	0	0	0	0	0,1	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0,1	0
Quercus cerris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus acris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
Rosa canina agg.	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubus fruticosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	0	0	0	0	0

Aufnahme:	K10	K1N	K1H	K1V	K20	K2N	K2H	K2V	K30	K3N	K3H	K3V	O10	O1N	O1H	O1V	O20	O2N	O2H	O2V	O30	O3N	O3H	O3V
<i>Salvia pratensis</i>	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0	0,2	0,1	0	1
<i>Sanguisorba minor</i>	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0	0	0,4	0,4	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Scabiosa canescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scorzonera austriaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sedum acre</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Securigera varia</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio jacobaea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Seseli annuum</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0
<i>Seseli hippomarathrum</i>	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seseli libanotis</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	1	0,4
<i>Stachys recta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	0	0
<i>Stipa eriocalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanacetum corymbosum</i>	0	0,1	0	0,2	0,1	0,2	0	0	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Teucrium chamaedrys</i>	0	0,2	0,4	0,4	0,4	2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0,4	0,4	0,2	0
<i>Teucrium montanum</i>	0	0,2	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thesium linphyllon</i>	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,4	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Thlaspi montana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thymus praecox ssp. praecox</i>	0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Tragopogon orientalis</i>	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium monatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0
<i>Verbascum chaixii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1
<i>Veronica persica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp.</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica vindobonensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Vicia cracca</i>	0	0	0	0	0,4	0,4	0,4	0,4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	2	0	0,1	0,2	0,1
<i>Viola hirta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0
<i>Viola sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2